

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-222064

(43)Date of publication of application : 26.08.1997

(51)Int.Cl.

F02N 11/08  
F02D 29/02  
F02D 41/06  
F02D 45/00  
F02N 11/00  
F02N 11/04  
F02P 5/15

(21)Application number : 08-203239

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 12.07.1996

(72)Inventor : MIKAMI TSUYOSHI  
IBARAKI TAKATSUGU  
HATA YUSHI  
NAKAE KOICHI  
HIROSE KIYOO

(30)Priority

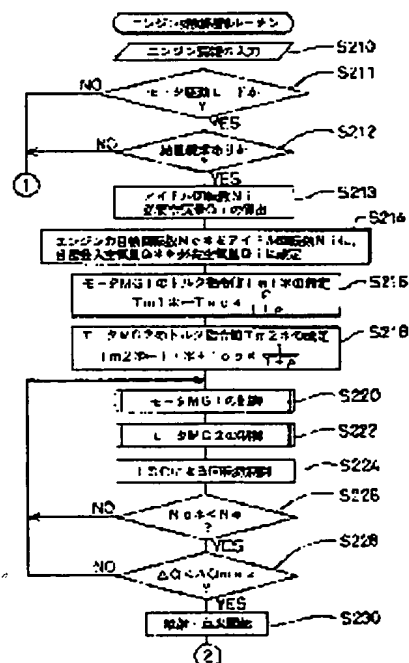
Priority number : 07346683 Priority date : 12.12.1995 Priority country : JP

## (54) DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING STARTING OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the occurrence of the fluctuation of output torque from an internal combustion engine during the starting of an internal combustion engine and to reduce discharge of emission.

**SOLUTION:** When the starting of an engine demanded at S212, the number  $N_i$  of idle revolutions being a target during starting and an air amount  $Q_i$  necessary to maintenance of  $N_i$  are determined at S213. The  $N_i$  and the  $Q_i$  are then set to the target number  $N_e^*$  and a target intake air amount  $Q^*$  at S214. The torque command values  $T_{m1}$  and  $T_{m2}$  of motors MG1 and MG2 are set at S216 and S218 to generate cranking torque by the MG1 and MG2 and the MG1 and MG2 are controlled at S220 and S222. Thereafter, an intake air amount is regulated to  $Q^*$  by arc ISC at S224. Stability of  $N_e$  and  $Q$  is waited and fuel injection control and ignition timing control are started at S230 and an engine is started. In which case, a fuel injection amount and an ignition timing are determined according to the  $N_e^*$  and  $Q^*$ .



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-222064

(43)公開日 平成9年(1997)8月26日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 N 11/08			F 0 2 N 11/08	G
F 0 2 D 29/02			F 0 2 D 29/02	D
41/06	3 3 0		41/06	3 3 0 A
45/00	3 2 2		45/00	3 2 2 C
F 0 2 N 11/00			F 0 2 N 11/00	K

審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全 45 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-203239

(22)出願日 平成8年(1996)7月12日

(31)優先権主張番号 特願平7-346683

(32)優先日 平7(1995)12月12日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 三上 強

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 茨木 隆次

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 畑 祐志

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

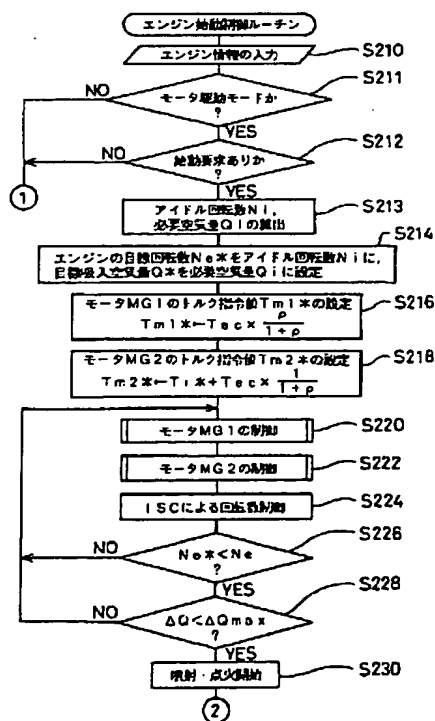
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の始動制御装置およびその制御方法

(57)【要約】

【課題】 内燃機関の始動時における内燃機関からの出力トルクの変動の防止と、エミッションの排出の低減とを図る。

【解決手段】 エンジンの始動要求があると (S212)、始動時における目標とするアイドル回転数  $N_i$  と、 $N_i$  を維持するのに必要な空気量  $Q_i$  を求める (S213)。次いで、 $N_i$  と  $Q_i$  を目標回転数  $N_e^*$  と目標吸入空気量  $Q^*$  に設定する (S214)。エンジンを  $N_e^*$  で回転させるためのクランキングトルクをモータMG1、MG2により発生させるべく、MG1、MG2のトルク指令値  $T_{m1}$ 、 $T_{m2}$  を設定して (S216、S218)、MG1、MG2を制御する (S220、S222)。その後、ISCにより吸入空気量を  $Q^*$  に調整し (S224)、 $N_e$  および  $Q$  の安定を待って、燃料噴射制御・点火時期制御を開始して (S230)、エンジンを始動する。ここでは、 $N_e^*$  および  $Q^*$  に応じて燃料噴射量及び点火時期が求められる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】 内燃機関と、

該内燃機関の出力軸に連結された電動機とを備える内燃機関の始動制御装置において、

前記内燃機関の始動要求があったとき、前記電動機を制御して前記内燃機関を所定回転数でモータリングするモータリング制御手段と、

前記内燃機関を制御する物理量のうち所定の物理量について、前記内燃機関が前記所定回転数で安定して運転可能となる値を算出する算出手段と、

前記モータリングされた内燃機関を、前記算出手段で算出された値に応じた制御により始動する始動手段とを備えることを特徴とする内燃機関の始動制御装置。

【請求項 2】 前記所定回転数は、アイドル回転数である請求項 1 記載の内燃機関の始動制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の内燃機関の始動制御装置であって、

前記電動機として、

回転軸を有する第 1 の電動機と、

駆動の対象としての駆動軸に動力を入出力可能に結合される第 2 の電動機とを備えるとともに、

前記内燃機関の出力軸と前記回転軸と前記駆動軸とに各々動力を伝達可能に結合される 3 軸を有し、該 3 軸のうちいずれか 2 軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の 1 軸へ入出力される動力が決定される 3 軸式動力入出力手段を備え、さらに、前記モータリング手段は、

前記第 1、第 2 の電動機を制御することにより、前記 3 軸式動力入出力手段により前記内燃機関へモータリングのための動力が出力されるよう制御する電動機制御手段を備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の内燃機関の始動制御装置であって、

前記電動機制御手段は、

所定の動力を出力するよう前記第 1 の電動機を制御する手段と、

前記 3 軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力される動力の偏差を打ち消すよう前記第 2 の電動機を制御する手段とを備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の内燃機関の始動制御装置であって、

駆動の対象としての駆動軸を有し、前記内燃機関は該駆動軸と機械的に結合されており、

さらに、

前記所定回転数は、

前記駆動軸の回転数に基づき定められる回転数であり、前記算出手段にて算出される前記所定の物理量の値は、前記内燃機関が、前記所定回転数で出力トルクが略ゼロで運転可能となる値である内燃機関の始動制御装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載の内燃機関の始動制御装置

であって、

内燃機関の出力トルクの目標値を目標トルクとして設定する目標トルク設定手段と、

前記始動手段による前記内燃機関の始動後、前記内燃機関の出力トルクを略ゼロから前記設定された目標トルクに向けて、前記内燃機関の出力トルクが漸次増大されるよう前記内燃機関を制御する内燃機関トルク増大手段とを備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の内燃機関の始動制御装置であって、

前記内燃機関トルク増大手段による制御の実行時に、前記電動機の出力トルクが漸次減少されるよう前記電動機を制御する電動機トルク減少手段を備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 8】 請求項 5 ないし 7 のうちのいずれか記載の内燃機関の始動制御装置であって、

前記電動機として、

回転軸を有する第 1 の電動機と、

前記駆動軸に動力を入出力可能に結合される第 2 の電動機とを備えるとともに、

前記内燃機関の出力軸と前記回転軸と前記駆動軸とに各々動力を伝達可能に結合される 3 軸を有し、該 3 軸のうちいずれか 2 軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の 1 軸へ入出力される動力が決定される 3 軸式動力入出力手段を備え、さらに、前記モータリング手段は、

前記第 1、第 2 の電動機を制御することにより、前記 3 軸式動力入出力手段により前記内燃機関へモータリングのための動力が出力されるよう制御する電動機制御手段を備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 9】 請求項 8 記載の内燃機関の始動制御装置であって、

前記電動機制御手段は、

所定の動力を出力するよう前記第 1 の電動機を制御する手段と、

前記 3 軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力される動力の偏差を打ち消すよう前記第 2 の電動機を制御する手段とを備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 10】 請求項 8 または 9 記載の内燃機関の始動制御装置であって、

前記駆動軸に出力する目標動力を入力して、該目標動力から前記所定回転数および前記目標トルクを求める目標動力設定手段と、

前記始動手段による前記内燃機関の始動後、前記内燃機関から出力される動力が、前記 3 軸式動力入出力手段および前記第 1、第 2 の電動機により前記目標動力として前記駆動軸に出力されるよう制御する制御手段とを備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 11】 請求項 1 記載の内燃機関の始動制御装置であって、

車両と、

該車両に設けられ、前記電動機の出力と前記内燃機関の出力との少なくとも一方を前記車両の車軸に伝達する伝達手段とを備える内燃機関の始動制御装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 または 1 1 記載の内燃機関の始動制御装置であって、

前記電動機の電源となる充電可能なバッテリーと、

前記内燃機関の回転力を受けて前記バッテリーに供給する電気を発生する発電機と、

前記バッテリーの充電量に応じて前記内燃機関の運転時期を決定する運転時期決定手段とを備える内燃機関の始動制御装置。 10

【請求項 1 3】 内燃機関の始動要求があったとき、前記内燃機関を所定のアイドル回転数でモータリングする工程と、

該モータリングされた内燃機関が、前記モータリングによらずに前記アイドル回転数の運転状態となるように、前記内燃機関を制御する物理量のうちの所定の物理量を制御する工程とを備える内燃機関の始動時制御方法。

【請求項 1 4】 駆動軸と機械的に結合される内燃機関を始動する内燃機関の始動時制御方法において、前記内燃機関の始動要求があったとき、前記駆動軸の回転数に基づき前記内燃機関の始動時の目標回転数を設定する工程と、 20

該設定された目標回転数で前記内燃機関をモータリングする工程と、

該モータリングされた内燃機関が、前記モータリングによらずに前記目標回転数で出力トルクが略ゼロの運転状態となるように、前記内燃機関を制御する物理量のうちの所定の物理量を制御する工程とを備える内燃機関の始動時制御方法。 30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の始動要求を受けて内燃機関を始動する内燃機関の始動制御装置およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、内燃機関の始動制御装置の一つとして、特開平 6-141405 号公報に示されるものが提案されている。これは、内燃機関の始動後、吸入空気量を所定期間にわたって少流量に抑制することで、排気系の触媒装置が十分な活性化温度に昇温していない状態での排気総流量を少なくする技術である。この技術によれば、内燃機関の始動後におけるエミッションの排出を低減することができる。 40

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の内燃機関の始動制御装置は、始動後における吸入空気量を制御するものであり、点火・燃焼を開始する始動時には次のような課題が未だに解決されていない。 50

【0004】内燃機関の始動制御は、まずスタータモータにより内燃機関を回転させて燃料噴射および点火制御を行ない、アイドルスピードコントロールバルブ（以下、ISCV という）などを全開にしてファイアリングへと導き、その後に所定のアイドル回転速度へと移行させる、一連の複雑な制御からなっている。このような内燃機関の始動制御は、上記従来の始動制御装置においても採用されるものであり、一般的な内燃機関の始動方法として確立されている。

【0005】こうした始動制御が実行されるときの内燃機関の回転速度は、スタータモータによる 250~300 [rpm] のモータリングからファイアリング時の約 1300 [rpm]、そしてアイドル回転速度である約 800 [rpm] と大きく変化し、内燃機関の吸入空気量の変化も大きくなる。このため、内燃機関の始動前後において、内燃機関から出力するトルクが大きく変化する問題が発生した。

【0006】また、従来技術のように始動直後のエミッション排出の低減を図っても、吸入空気量の変化が大きいため、内燃機関制御系により吸入空気量を予測計算してエミッションが少なくなるような制御を実行しても、その予測計算が不正確となり、エミッションの排出を十分に防止することができなかった。

【0007】この発明の内燃機関の始動制御装置およびその制御方法は、こうした問題に鑑みてなされたもので、内燃機関の始動時における内燃機関からの出力トルクの変動を防止し、また、エミッションの排出を低減することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上述の課題を解決するためになされた第 1 の発明の内燃機関の始動制御装置は、内燃機関と、該内燃機関の出力軸に連結された電動機とを備える内燃機関の始動制御装置において、前記内燃機関の始動要求があったとき、前記電動機を制御して前記内燃機関を所定回転数でモータリングするモータリング制御手段と、前記内燃機関を制御する物理量のうち所定の物理量について、前記内燃機関が前記所定回転数で安定して運転可能となる値を算出する算出手段と、前記モータリングされた内燃機関を、前記算出手段で算出された値に応じた制御により始動する始動手段とを備えることを要旨とする。

【0009】ここでいう「回転数」とは、単位時間当たりの回転数であり、いわゆる回転速度と同じ意味で使用している。以下、この明細書では、単位時間当たりの回転数を、単に回転数と呼ぶ。また、始動手段による始動とは、内燃機関を点火・燃焼開始することで、燃料供給制御や点火制御等を実行することである。

【0010】前記構成の内燃機関の始動制御装置は、内燃機関の始動要求があったとき、モータリング制御手段により電動機を制御して、内燃機関を所定回転数でモー

タリングする。そして、内燃機関を制御する物理量のうち所定の物理量について、内燃機関がその所定回転数で安定して運転可能となる値を、算出手段により算出し、モータリングされた内燃機関を、その算出された値に応じた制御により、始動手段にて始動する。

【0011】したがって、内燃機関の始動時（詳細には、点火・燃焼開始の直前から直後まで）において、算出手段により算出された値に応じた制御がなされることにより、内燃機関が所定回転数で安定した運転状態となる。このため、内燃機関の始動時（以下、点火・燃焼開始の直前、直後を含めて点火・燃焼開始の時を「始動時」と呼ぶ）において、内燃機関から出力されるトルクの変動を防止することができる。

【0012】前記第1の発明の内燃機関の始動制御装置において、前記所定回転数は、アイドル回転数とすることができる。ここでいうアイドル回転数とは、内燃機関を無負荷において低速で運転するアイドル回転時における内燃機関の回転数である。この構成により、内燃機関をアイドル回転数にて即座に始動することができる。

【0013】また、これら内燃機関の始動制御装置において、前記電動機として、回転軸を有する第1の電動機と、駆動の対象としての駆動軸に動力を入出力可能に結合される第2の電動機とを備えるとともに、前記内燃機関の出力軸と前記回転軸と前記駆動軸とに各々動力を伝達可能に結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の1軸へ入出力される動力が決定される3軸式動力入出力手段を備え、さらに、前記モータリング手段は、前記第1、第2の電動機を制御することにより、前記3軸式動力入出力手段により前記内燃機関へモータリングのための動力が出力されるよう制御する電動機制御手段を備える構成とすることもできる。

【0014】この構成によれば、第1、第2の電動機を制御することにより、3軸式動力入出力手段により内燃機関へモータリングのための動力が出力される。こうして内燃機関をモータリングすることができる。

【0015】また、この構成によれば、内燃機関から出力される動力が、3軸式動力入出力手段および第1、第2の電動機によりトルク変換されて駆動軸に出力されるよう第1、第2の電動機を駆動制御することで、内燃機関から出力される動力をトルク変換して駆動軸に出力することができる。しかも、2軸へ動力を独立に入出力できる3軸式動力入出力手段を用いるから、その2軸を内燃機関の出力軸および駆動軸に動力を伝達可能に結合される軸とすれば、駆動軸の回転数に拘わらず、独立に内燃機関の出力軸を回転させることができる。この結果、内燃機関を効率の良い運転ポイントで運転することができ、装置全体としてのエネルギー効率を向上させることができる。

【0016】さらに、上記構成の内燃機関の始動制御装

置において、前記電動機制御手段は、所定の動力を出力するよう前記第1の電動機を制御する手段と、前記3軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力される動力の偏差を打ち消すよう前記第2の電動機を制御する手段とを備える構成とすることもできる。

【0017】この構成によれば、3軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力される動力の偏差を打ち消すよう第2の電動機が制御されることから、モータリング運転時における駆動軸のトルク変動を防止することができる。

【0018】前記第1の発明の内燃機関の始動制御装置において、駆動の対象としての駆動軸を有し、前記内燃機関は該駆動軸と機械的に結合されており、さらに、前記所定回転数は、前記駆動軸の回転数に基づき定められる回転数であり、前記算出手段にて算出される前記所定の物理量の値は、前記内燃機関が、前記所定回転数で出力トルクが略ゼロで運転可能となる値である構成とすることもできる。

【0019】この構成によれば、内燃機関の始動要求があったとき、内燃機関を所定回転数にモータリングする。そして、内燃機関を制御する物理量のうち所定の物理量について、内燃機関がその所定回転数で出力トルクが略ゼロで運転可能となる値を、算出手段により算出し、モータリングされた内燃機関を、その算出された値に応じた制御により始動する。

【0020】したがって、内燃機関の始動時において、算出手段により算出された値に応じた制御がなされることにより、内燃機関が所定回転数で出力トルクが略ゼロの運転状態となる。このため、内燃機関の始動時において、内燃機関から出力されるトルクの変動を防止することができる。この結果、内燃機関と機械的に結合されている駆動軸についてのトルク変動も防止することができる。

【0021】前記構成の内燃機関の始動制御装置において、内燃機関の出力トルクの目標値を目標トルクとして設定する目標トルク設定手段と、前記始動手段による前記内燃機関の始動後、前記内燃機関の出力トルクを略ゼロから前記設定された目標トルクに向けて、前記内燃機関の出力トルクが漸次増大されるよう前記内燃機関を制御する内燃機関トルク増大手段とを備える構成とすることもできる。

【0022】この構成によれば、内燃機関の始動後において、目標トルクに向けて、内燃機関の出力トルクが漸次増大されることから、内燃機関の始動後においても、内燃機関から出力されるトルクの急激な変動を防止することができる。

【0023】さらに、この構成の内燃機関の始動制御装置において、前記内燃機関トルク増大手段による制御の実行時に、前記電動機の出力トルクが漸次減少されるよう前記電動機を制御する電動機トルク減少手段を備える

構成とすることが好ましい。

【0024】この構成によれば、内燃機関の出力トルクの増大分を電動機の出力トルクの減少分で差し引くことができることから、内燃機関から出力されるトルクと電動機から出力されるトルクとの和は所定範囲内に保たれる。このため、内燃機関と電動機との両方から動力を受ける駆動軸に作用するトルクは所定範囲内に保たれることから、その駆動軸のトルク変動を滑らかなものとする事ができる。

【0025】また、前記内燃機関の始動制御装置において、前記電動機として、回転軸を有する第1の電動機と、前記駆動軸に動力を入出力可能に結合される第2の電動機とを備えるとともに、前記内燃機関の出力軸と前記回転軸と前記駆動軸とに各々動力を伝達可能に結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の1軸へ入出力される動力が決定される3軸式動力入出力手段を備え、さらに、前記モータリング手段は、前記第1、第2の電動機を制御することにより、前記3軸式動力入出力手段により前記内燃機関へモータリングのための動力が出力されるよう制御する電動機制御手段を備える構成とすることもできる。

【0026】この構成によれば、第1、第2の電動機を制御することにより、3軸式動力入出力手段により内燃機関へモータリングのための動力が出力される。こうして内燃機関をモータリングすることができる。

【0027】また、この構成によれば、内燃機関から出力される動力が、3軸式動力入出力手段および第1、第2の電動機によりトルク変換されて駆動軸に出力されるよう第1、第2の電動機を駆動制御することで、内燃機関から出力される動力をトルク変換して駆動軸に出力することができる。しかも、2軸へ動力を独立に入出力できる3軸式動力入出力手段を用いるから、その2軸を内燃機関の出力軸および駆動軸に動力を伝達可能に結合される軸とすれば、駆動軸の回転数に拘わらず、独立に内燃機関の出力軸を回転させることができる。この結果、内燃機関を効率の良い運転ポイントで運転することができる。装置全体としてのエネルギー効率を向上させることができる。

【0028】前記構成の内燃機関の始動制御装置において、前記電動機制御手段は、所定の動力を出力するよう前記第1の電動機を制御する手段と、前記3軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力される動力の偏差を打ち消すよう前記第2の電動機を制御する手段とを備える構成とすることもできる。

【0029】この構成によれば、3軸式動力入出力手段を介して前記駆動軸に入出力される動力の偏差を打ち消すよう第2の電動機が制御されることから、モータリング運転時における駆動軸のトルク変動を防止することができる。

【0030】さらに、前記構成の内燃機関の始動制御装置において、前記駆動軸に出力する目標動力を入力して、該目標動力から前記所定回転数および前記目標トルクを求める目標動力設定手段と、前記始動手段による前記内燃機関の始動後、前記内燃機関から出力される動力が、前記3軸式動力入出力手段および前記第1、第2の電動機により前記目標動力として前記駆動軸に出力されるよう制御する制御手段とを備える構成とすることもできる。

【0031】この構成によれば、内燃機関の始動後、内燃機関は所定回転数で目標トルクの運転状態に制御され、この内燃機関から出力される動力は駆動軸に出力される。

【0032】上記第1の発明の内燃機関の制御装置において、車両と、該車両に設けられ、前記電動機の出力と前記内燃機関の出力との少なくとも一方を前記車両の車軸に伝達する伝達手段とを備える構成とすることもできる。

【0033】この構成によれば、内燃機関の始動時、停止時に拘らず、電動機により車両の車軸を安定して回転させることができる。

【0034】さらに、上記第1の発明の内燃機関の制御装置において、前記電動機の電源となる充電可能なバッテリーと、前記内燃機関から駆動力を受けて前記バッテリーに供給する電気を発生する発電機と、前記バッテリーの充電量に応じて前記内燃機関の運転時期を決定する手段とを備える構成としてもよい。

【0035】この構成によれば、バッテリーの充電量が低下する都度に内燃機関が始動されることになり、内燃機関の始動の機会が多くなる。従って、前述したエミッションを低減して、低公害化を図る効果やトルク変動を防止する効果がより一層十分に発揮されることになる。

【0036】第2の発明の内燃機関の始動時制御方法は、内燃機関の始動要求があったとき、前記内燃機関を所定のアイドル回転数でモータリングする工程と、該モータリングされた内燃機関が、前記モータリングによらずに前記アイドル回転数の運転状態となるように、前記内燃機関を制御する物理量のうちの所定の物理量を制御する工程とを備えることを要旨としている。

【0037】この構成によれば、内燃機関の始動要求があったとき、内燃機関をアイドル回転数でモータリングする。そして、モータリングされた内燃機関が、そのモータリングによらずにアイドル回転数の運転状態となるよう運転される。

【0038】したがって、内燃機関の始動時において、内燃機関がアイドル回転数で安定した運転状態となる。このため、内燃機関の始動時において、内燃機関から出力されるトルクの変動を防止することができる。

【0039】第3の発明の内燃機関の始動時制御方法は、駆動軸と機械的に結合される内燃機関を始動する内

燃機関の始動時制御方法において、前記内燃機関の始動要求があったとき、前記駆動軸の回転数に基づき前記内燃機関の始動時の目標回転数を設定する工程と、該設定された目標回転数で前記内燃機関をモータリングする工程と、該モータリングされた内燃機関が、前記モータリングによらずに前記目標回転数で出力トルクが略ゼロの運転状態となるように、前記内燃機関を制御する物理量のうちの所定の物理量を制御する工程とを備えることを要旨としている。

【0040】この構成によれば、内燃機関の始動要求があったとき、内燃機関を目標回転数にモータリングする。そして、モータリングされた内燃機関が、そのモータリングによらずに目標回転数で出力トルクが略ゼロの運転状態となるよう運転される。

【0041】したがって、内燃機関の始動時において、内燃機関が目標回転数で出力トルクが略ゼロの運転状態となる。このため、内燃機関の始動時において、内燃機関から出力されるトルクの変動を防止することができる。

【0042】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

【0043】1. 第1実施例

本発明の第1の実施例としての始動制御装置は、エンジンで発生した運動エネルギーを、車軸を駆動する運動エネルギーとモータを駆動する電気エネルギーとに分配する機械式の分配機構を備えるハイリッド車に適用するものであるため、以下、(1)ハードウェア構成、(2)動作原理、(3)運転制御、(4)通常運転トルク制御処理、(5)モータ駆動トルク制御処理、(6)その他のトルク制御処理として、上記ハイブリッド車について説明し、その後、(7)として、本発明の要旨に係わるエンジン始動制御について、説明する。

【0044】(1)ハードウェア構成

図1は本発明の第1の実施例としての始動制御装置を構成する動力出力装置110の概略構成を示す構成図、図2は図1の動力出力装置110の部分拡大図、図3は図1の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。説明の都合上、まず図3を用いて、車両全体の構成から説明する。

【0045】図3に示すように、この車両は、ガソリンを燃料として動力を出力するエンジン150を備える。このエンジン150は、吸気系からスロットルバルブ166を介して吸入した空気と燃料噴射弁151から噴射されたガソリンとの混合気を燃焼室152に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン154の運動をクランクシャフト156の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ166はスロットルアクチュエータ168により開閉駆動される。点火プラグ162は、イグナイタ158からディストリビュータ160を

介して導かれた高電圧によって電気火花を形成し、混合気はその電気火花によって点火されて爆発燃焼する。

【0046】また、エンジン150の吸気系には、スロットルバルブ166の設けられた吸気部分を迂回するようにバイパス通路167が形成されており、このバイパス通路167には、アイドルスピードコントロールバルブ(以下、ISCVと呼ぶ)167aが設けられている。ISCV167aは、リニアソレノイドによって開弁度が制御される高速応答性に優れた弁体を備えており、この弁体の開閉の時間比に相当するデューティ比を有するデューティ信号をリニアソレノイドに出力することにより、空気流量を高精度に制御する。このISCV167aを用いることで、一般的に大型のDCモータから構成されるスロットルアクチュエータ168を使用することなく、エンジン150のアイドルリング時の吸入空気量を高速制御することができる。

【0047】このエンジン150の運転は、電子制御ユニット(以下、EFIECUと呼ぶ)170により制御されている。EFIECU170には、エンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ166の開度(ポジション)を検出するスロットルバルブポジションセンサ171、エンジン150の負荷を検出する吸気管負圧センサ172、エンジン150の水温を検出する水温センサ174、ディストリビュータ160に設けられクランクシャフト156の回転数と回転角度を検出する回転数センサ176及び回転角度センサ178などである。なお、EFIECU170には、この他、例えばイグニッションキーの状態STを検出するスタータスイッチ179なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0048】エンジン150のクランクシャフト156は、後述するプラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2を介して駆動軸112を回転軸とする動力伝達ギヤ111に機械的に結合されており、この動力伝達ギヤ111はディファレンシャルギヤ114にギヤ結合されている。したがって、動力出力装置110から出力された動力は、最終的に左右の駆動輪116、118に伝達される。モータMG1およびモータMG2は、制御装置180に電氣的に接続されており、この制御装置180によって制御される。制御装置180の構成は後で詳述するが、内部には制御CPUが備えられており、シフトレバー182に設けられたシフトポジションセンサ184やアクセルペダル164に設けられたアクセルペダルポジションセンサ164a、ブレーキペダル165に設けられたブレーキペダルポジションセンサ165aなども接続されている。また、制御装置180は、上述したEFIECU170と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。

【0049】図1に示すように、動力出力装置110は、大きくは、エンジン150、エンジン150のクランクシャフト156にプラネタリキャリア124が機械的に結合されたプラネタリギヤ120、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたモータMG1、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたモータMG2およびモータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180から構成されている。

【0050】プラネタリギヤ120およびモータMG1、MG2の構成について、図2により説明する。プラネタリギヤ120は、クランクシャフト156に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125に結合されたサンギヤ121と、クランクシャフト156と同軸のリングギヤ軸126に結合されたリングギヤ122と、サンギヤ121とリングギヤ122との間に配置されサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギヤ123と、クランクシャフト156の端部に結合され各プラネタリピニオンギヤ123の回転軸を軸支するプラネタリキャリア124とから構成されている。このプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、

リングギヤ122およびプラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびクランクシャフト156の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸へ入出力される動力は決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。なお、このプラネタリギヤ120の3軸への動力の入出力についての詳細は後述する。

【0051】リングギヤ122には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ128がモータMG1側に結合されている。この動力取出ギヤ128は、チェーンベルト129により動力伝達ギヤ111に接続されており、動力取出ギヤ128と動力伝達ギヤ111との間で動力の伝達が行なわれる。

【0052】モータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石135を有するロータ132と、回転磁界を形成する三相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。ロータ132は、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータMG1は、永久磁石135による磁界と三相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により三相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。なお、サンギヤ軸125には、その回転角度 $\theta_s$ を検出するレゾルバ139が設けられている。

【0053】モータMG2も、モータMG1と同様に同

期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石145を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイル144が巻回されたステータ143とを備える。ロータ142は、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたリングギヤ軸126に結合されており、ステータ143はケース119に固定されている。モータMG2のステータ143も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータMG2もモータMG1と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。なお、リングギヤ軸126には、その回転角度 $\theta_r$ を検出するレゾルバ149が設けられている。

【0054】次に、モータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180について説明する。図1に示すように、制御装置180は、モータMG1を駆動する第1の駆動回路191、モータMG2を駆動する第2の駆動回路192、両駆動回路191、192を制御する制御CPU190、二次電池であるバッテリー194から構成されている。制御CPU190は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM190a、処理プログラムを記憶したROM190b、入出力ポート（図示せず）およびEFIECU170と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。

【0055】この制御CPU190には、レゾルバ139からのサンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ 、レゾルバ149からのリングギヤ軸126の回転角度 $\theta_r$ 、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）AP、ブレーキペダルポジションセンサ165aからのブレーキペダルポジション（ブレーキペダルの踏込量）BP、シフトポジションセンサ184からのシフトポジションSP、第1の駆動回路191に設けられた2つの電流検出器195、196からの電流値 $I_{u1}$ 、 $I_{v2}$ 、第2の駆動回路192に設けられた2つの電流検出器197、198からの電流値 $I_{u2}$ 、 $I_{v2}$ 、バッテリー194の残容量を検出する残容量検出器199からの残容量BRMなどが、入力ポートを介して入力されている。なお、残容量検出器199は、バッテリー194の電解液の比重またはバッテリー194の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリーの端子間を瞬間的にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られている。

【0056】また、制御CPU190からは、第1の駆動回路191に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタTr1ないしTr6を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路192に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタTr1ないしTr6を駆動する制御信号SW2とが出力されている。第1の駆動回路191内の6個のトランジスタTr1ないしTr6は、トランジスタインバータを構成してお



り、それぞれ、一対の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、モータMG1の三相コイル(UVW)34の各々が接続されている。電源ラインL1、L2は、バッテリー194のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6のオン時間の割合を制御信号SW1により順次制御し、三相コイル134の各コイルに流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル134により、回転磁界が形成される。

【0057】他方、第2の駆動回路192の6個のトランジスタTr1ないしTr6も、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、第1の駆動回路191と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、モータMG2の三相コイル144の各々に接続されている。したがって、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6のオン時間を制御信号SW2により順次制御し、各コイル144に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル144により、回転磁界が形成される。

#### 【0058】(2) 動作原理

以上の構成を説明した動力出力装置110の動作について説明する。動力出力装置110の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン150を回転数Ne、トルクTeの運転ポイントP1で運転し、このエンジン150から出力されるエネルギーPeと同一のエネルギーであるが異なる回転数Nr、トルクTrの運転ポイントP2でリングギヤ軸126を運転する場合、すなわち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126に作用させる場合について考える。この時のエンジン150とリングギヤ軸126の回転数およびトルクの関係を図4に示す。

【0059】プラネタリギヤ120の3軸(サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびプラネタリキャリア124)における回転数やトルクの関係は、機構学の教えるところによれば、図5および図6に例示する共線図と呼ばれる図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。なお、プラネタリギヤ120における3軸の回転数やトルクの関係は、上述の共線図を用いなくても各軸のエネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。本実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0060】図5における縦軸は3軸の回転数軸であり、横軸は3軸の座標軸の位置の比を表わす。すなわち、サンギヤ軸125とリングギヤ軸126の座標軸S、Rを両端にとったとき、プラネタリキャリア124の座標軸Cは、軸Sと軸Rを1:ρに内分する軸として定められる。ここで、ρは、リングギヤ122の歯数に対するサンギヤ121の歯数の比であり、次式(1)で

表わされる。

【0061】

【数1】

$$p = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots\dots (1)$$

【0062】今、エンジン150が回転数Neで運転されており、リングギヤ軸126が回転数Nrで運転されている場合を考えているから、エンジン150のクランクシャフト156が結合されているプラネタリキャリア124の座標軸Cにエンジン150の回転数Neを、リングギヤ軸126の座標軸Rに回転数Nrをプロットすることができる。この両点を通る直線を描けば、この直線と座標軸Sとの交点で表わされる回転数としてサンギヤ軸125の回転数Nsを求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数Nsは、回転数Neと回転数Nrとを用いて比例計算式(次式

(2))により求めることができる。このようにプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124のうちいずれか2つの回転を決定すると、残余の1つの回転は、決定した2つの回転に基づいて決定される。

【0063】

【数2】

$$Ns = Nr - (Nr - Ne) \frac{1+p}{p} \quad \dots\dots (2)$$

【0064】次に、描かれた動作共線に、エンジン150のトルクTeをプラネタリキャリア124の座標軸Cを作用線として図中下から上に作用させる。このとき動作共線は、トルクに対してはベクトルとしての力を作用させたときの剛体として取り扱うことができるから、座標軸C上に作用させたトルクTeは、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルクTesと座標軸R上のトルクTerとに分離することができる。このときトルクTesおよびTerの大きさは、次式(3)および(4)によって表わされる。

【0065】

【数3】

$$Tes = Te \times \frac{p}{1+p} \quad \dots\dots (3)$$

$$Ter = Te \times \frac{1}{1+p} \quad \dots\dots (4)$$

【0066】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとればよい。すなわち、座標軸S上には、トルクTesと大きさが同じで向きが反対のトルクTm1を作用させ、座標軸R上には、リングギヤ軸126に出力するトルクTrと同じ大きさで向きが反対のトルクとトルクTerとの合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルクTm2を作用させるのである。このトルクTm1はモータMG1により、トルクTm2はモータMG2により作用させることができる。こ

のとき、モータMG1では回転の方向と逆向きにトルクを作用させるから、モータMG1は発電機として動作することになり、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ をサンギヤ軸125から回生する。モータMG2では、回転の方向とトルクの方向とが同じであるから、モータMG2は電動機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ を動力としてリングギヤ軸126に出力する。

【0067】ここで、電気エネルギー $P_{m1}$ と電気エネルギー $P_{m2}$ とを等しくすれば、モータMG2で消費する電力のすべてをモータMG1により回生して賄うことができる。このためには、入力されたエネルギーのすべてを出力するものとすればよいから、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ とリングギヤ軸126に出力されるエネルギー $P_r$ とを等しくすればよい。すなわち、トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積で表わされるエネルギー $P_e$ と、トルク $T_r$ と回転数 $N_r$ との積で表わされるエネルギー $P_r$ とを等しくするのである。図4に照らせば、運転ポイントP1で運転されているエンジン150から出力されるトルク $T_e$ と回転数 $N_e$ とで表わされる動力を、トルク変換して、同一のエネルギーでトルク $T_r$ と回転数 $N_r$ とで表わされる動力としてリングギヤ軸126に出力するのである。前述したように、リングギヤ軸126に出力された動力は、動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111により駆動軸112に伝達され、ディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に伝達される。したがって、リングギヤ軸126に出力される動力と駆動輪116、118に伝達される動力とはリニアな関係が成立するから、駆動輪116、118に伝達される動力を、リングギヤ軸126に出力される動力を制御することにより制御することができる。

【0068】図5に示す共線図ではサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ は正であったが、エンジン150の回転数 $N_e$ とリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とによっては、図6に示す共線図のように負となる場合もある。このときには、モータMG1では、回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、モータMG1は電動機として動作し、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ を消費する。一方、モータMG2では、回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、モータMG2は発電機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ をリングギヤ軸126から回生することになる。この場合、モータMG1で消費する電気エネルギー $P_{m1}$ とモータMG2で回生する電気エネルギー $P_{m2}$ とを等しくすれば、モータMG1で消費する電気エネルギー $P_{m1}$ をモータMG2で丁度賄うことができる。

【0069】以上の動作原理では、プラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2、トランジスタTr1

ないしTr16などによる動力の変換効率を値1(100%)として説明した。実際には、値1未満であるから、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ をリングギヤ軸126に出力するエネルギー $P_r$ より若干大きな値とするか、逆にリングギヤ軸126に出力するエネルギー $P_r$ をエンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ より若干小さな値とする必要がある。例えば、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ を、リングギヤ軸126に出力されるエネルギー $P_r$ に変換効率の逆数を乗じて算出される値とすればよい。また、モータMG2のトルク $T_{m2}$ を、図5の共線図の状態ではモータMG1により回生される電力に両モータの効率を乗じたものから算出される値とし、図6の共線図の状態ではモータMG1により消費される電力を両モータの効率で割ったものから算出すればよい。なお、プラネタリギヤ120では機械摩擦などにより熱としてエネルギーを損失するが、その損失量は全体量からみれば極めて少なく、モータMG1、MG2に用いた同期電動機の効率は値1に極めて近い。また、トランジスタTr1ないしTr16のオン抵抗もGTOなど極めて小さいものが知られている。したがって、動力の変換効率は値1に近いものとなるから、以下の説明でも、説明の容易のため、明示しない限り値1(100%)として取り扱う。

【0070】以上、動力出力装置110の基本的な動作について説明したが、こうしたエンジン150から出力された動力のすべてをトルク変換してリングギヤ軸126に出力する動作の他、エンジン150から出力された動力にバッテリー194に蓄えられた電気エネルギーを付加してリングギヤ軸126に出力する動作や、逆にエンジン150から出力された動力の一部をバッテリー194に電気エネルギーとして蓄える動作などがある。これらの他の動作については後述する。

### 【0071】(3) 運転制御

以下に、こうして構成された動力出力装置110の運転制御について図7に例示する運転制御ルーチンに基づき説明する。運転制御ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まずリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ を入力する処理を行なう(ステップS100)。リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ は、レゾルバ149から読み込んだリングギヤ軸126の回転角度 $\theta_r$ から求めることができる。次に、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジションAPを読み込む(ステップS102)。アクセルペダル164は運転者が出力トルクが足りないと感じたときに踏み込まれるから、アクセルペダルポジションAPは運転者の欲している出力トルク(すなわち、駆動輪116、118に出力されるトルク)に対応するものとなる。

【0072】続いて、読み込まれたアクセルペダルポジションAPに応じてリングギヤ軸126に出力すべきトルクの目標値であるトルク指令値 $T_r^*$ を導出する処理

を行なう（ステップS104）。ここで、アクセルペダルポジションAPに応じて駆動輪116、118に出力すべきトルクを導出せずに、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを導出するのは、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128、動力伝達ギヤ111およびディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に機械的に結合されているから、リングギヤ軸126に出力すべきトルクを導出すれば、駆動輪116、118に出力すべきトルクを導出する結果となるからである。なお、実施例では、トルク指令値 $T_r^*$ とリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とアクセルペダルポジションAPとの関係を示すマップを予めROM190bに記憶しておき、アクセルペダルポジションAPが読み込まれると、マップと読み込まれたアクセルペダルポジションAPおよびリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ に基づいてトルク指令値 $T_r^*$ の値を導出するものとした。このマップの一例を図8に示す。

【0073】次に、導き出されたトルク指令値 $T_r^*$ と読み込まれたリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とから、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ を計算（ $P_r = T_r^* \times N_r$ ）により求める（ステップS106）。続いて、残容量検出器199により検出されるバッテリー194の残容量BRMを読み込む処理を行なって（ステップS108）、運転モードの判定処理を行なう（ステップS110）。この運転モードの判定処理は、図9に例示する運転モード判定処理ルーチンにより処理される。運転モード判定処理ルーチンでは、運転制御ルーチンのステップS100ないしS108で読み込んだデータや計算したデータなどを用いて、そのときの動力出力装置110のより適切な運転モードを判定する。ここで、一旦図7の運転制御ルーチンの説明を中断し、先に図9の運転モード判定処理ルーチンに基づき運転モードの判定処理について説明する。

【0074】運転モード判定処理ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、バッテリー194の残容量BRMが閾値BLと閾値BHとにより表わされる範囲内にあるかを判定し（ステップS130）、この範囲内にはないときには、バッテリー194の充放電が必要であると判断して、動力出力装置110の運転モードとして充放電モードを設定する（ステップS132）。ここで、閾値BLと閾値BHは、バッテリー194の残容量BRMの下限値と上限値を示すものであり、実施例では、閾値BLは、後述のモータ駆動モードによるモータMG2のみによる駆動やパワーアシストモードによるバッテリー194からの放電電力による動力の付加などを所定時間継続して行なうのに必要な電力量以上の値として設定される。また、閾値BHは、バッテリー194の満充電時の残容量BRMから通常走行状態にある車両を停止する際にモータMG1やモータMG2により回生される電力量を減じた値以下に設定されている。

【0075】ステップS130でバッテリー194の残容量BRMが閾値BLと閾値BHとにより表わされる範囲内にあるときには、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ がエンジン150から出力可能な最大エネルギー $P_{max}$ を越えているか否かを判定する（ステップS134）。最大エネルギー $P_{max}$ を越えているときには、エンジン150から出力される最大エネルギー $P_{max}$ では不足するエネルギーをバッテリー194に蓄えられたエネルギーで賄う必要があると判断し、動力出力装置110の運転モードとしてパワーアシストモードを設定する（ステップS136）。

【0076】一方、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ がエンジン150から出力可能な最大エネルギー $P_{max}$ 以下のときには、トルク指令値 $T_r^*$ と回転数 $N_r$ とが所定の範囲内にあるかを判定し（ステップS138）、所定の範囲内のときには、動力出力装置110の運転モードとしてサンギヤ軸125の回転を停止した状態のロックアップモードを設定する（ステップS140）。ここで、所定の範囲とは、サンギヤ121の回転を停止した状態でエンジン150を効率よく運転できる範囲である。具体的には、サンギヤ121を停止した状態でエンジン150を効率よく運転できる範囲内の各運転ポイントでエンジン150を運転したときに、リングギヤ軸126に出力されるそれぞれのトルクと回転数とをマップとして予めROM190bに記憶しておき、トルク指令値 $T_r^*$ と回転数 $N_r$ で表わされる運転ポイントがこのマップの範囲内にあるかを判定するのである。エンジン150を効率よく運転できる範囲の一例を図10に示す。図中、領域PEはエンジン150の運転が可能な領域であり、領域PAはエンジン150を効率よく運転できる範囲である。なお、この範囲PAは、エンジン150の運転効率のほかエミッション等により定められるものであり、予め実験などにより設定できる。

【0077】ステップS138でトルク指令値 $T_r^*$ とリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とが所定の範囲内にないときには、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ が所定エネルギーPMLより小さく、かつ、リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ が所定回転数NMLより小さいか否かを判定し（ステップS142）、共に小さいときには、動力出力装置110の運転モードとしてモータMG2のみによる駆動のモータ駆動モードを設定する（ステップS144）。所定エネルギーPMLや所定回転数NMLは、エンジン150が低回転数で低トルクでは効率が低下することに基づきその範囲を設定するものであり、エンジン150の運転領域として所定の効率未満の領域となるエネルギー $P_r$ および回転数 $N_r$ として設定される。なお、具体的な値は、エンジン150の特性やプラネタリギヤ120のギヤ比などにより定められる。ステップS142で、エネルギー $P_r$ が所定エネルギーPML

以上であつたり回転数 $N_r$ が所定回転数 $N_{ML}$ 以上のときには、通常の運転を行なうものと判断し、動力出力装置110の運転モードとして通常運転モードを設定する(ステップS146)。

【0078】図7の運転制御ルーチンのステップS110に戻って、運転モード判定処理ルーチンの結果に基づき、運転モードとして通常運転モードが設定されたときには通常運転トルク制御処理(ステップS112)を、充放電モードが設定されたときには充放電トルク制御処理(ステップS114)を、パワーアシストモードが設定されたときにはパワーアシストトルク制御処理(ステップS116)を、ロックアップモードが設定されたときにはロックアップトルク制御処理(ステップS118)を、モータ駆動モードが設定されたときにはモータ駆動トルク制御処理(ステップS120)をそれぞれ実行する。以下、各トルク制御処理について説明する。

【0079】(4) 通常運転トルク制御処理  
図7のステップS112の通常運転トルク制御処理は、図11に例示する通常運転トルク制御ルーチンによりなされる。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まずリングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ と前回このルーチンが起動されたときに用いたエネルギー $P_r$ と比較する(ステップS150)。ここで、前回とは、図7の運転制御ルーチンで続けてステップS112の通常運転トルク制御処理が実行され、図11の通常運転トルク制御ルーチンが起動されたときの直前に起動されたときのことをいう。エネルギー $P_r$ と前回のエネルギー $P_r$ とが異なるときにはステップS152ないしS156およびステップS170ないしS172の処理を行ない、同じときにはステップS162ないしS172の処理を行なう。まず、エネルギー $P_r$ と前回のエネルギー $P_r$ とが異なるときは処理について説明し、その後、同じときの処理について説明する。

【0080】エネルギー $P_r$ と前回のエネルギー $P_r$ とが異なるときには、まず、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ に基づいてエンジン150の目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ とを設定する処理を行なう(ステップS152)。ここで、エンジン150の供給するエネルギーはエンジン150のトルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積に等しいから、出力すべきエネルギー $P_r$ とエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ との関係は $P_r = T_e^* \times N_e^*$ となり、かかる関係を満足するエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ の組合せは無数に存在する。そこで、実施例では、各エネルギー $P_r$ に対してエンジン150ができる限り効率の高い状態で運転され、かつエネルギー $P_r$ の変化に対してエンジン150の運転状態が滑らかに変化するエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ を実験等により求め、これを予めROM190bにマップとして記憶しておき、エネルギー $P_r$ に対応するエ

ンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ をこのマップから導出するものとした。このマップについて、更に説明する。

【0081】図12は、エンジン150の運転ポイントとエンジン150の効率との関係を示すグラフである。図中曲線Bはエンジン150の運転可能な領域の境界を示す。エンジン150の運転可能な領域には、その特性に応じて効率が同一の運転ポイントを示す曲線 $\alpha_1$ ないし $\alpha_6$ のような等効率線を描くことができる。また、エンジン150の運転可能な領域には、トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積で表わされるエネルギー一定の曲線、例えば曲線C1-C1ないしC3-C3を描くことができる。こうして描いたエネルギー一定の曲線C1-C1ないしC3-C3に沿って各運転ポイントの効率をエンジン150の回転数 $N_e$ を横軸として表わすと図13のグラフのようになる。

【0082】図示するように、出力するエネルギーが同じでも、どの運転ポイントで運転するかによってエンジン150の効率は大きく異なる。例えばエネルギー一定の曲線C1-C1上では、エンジン150を運転ポイントA1(トルク $T_{e1}$ 、回転数 $N_{e1}$ )で運転することにより、その効率を最も高くすることができる。このような効率が最も高い運転ポイントは、出力エネルギー一定の曲線C2-C2およびC3-C3ではそれぞれ運転ポイントA2およびA3が相当するように、各エネルギー一定の曲線上に存在する。図12中の曲線Aは、これらのことに基づき各エネルギー $P_r$ に対してエンジン150の効率ができる限り高くなる運転ポイントを連続する線で結んだものである。実施例では、この曲線A上の各運転ポイント(トルク $T_e$ 、回転数 $N_e$ )とエネルギー $P_r$ との関係をマップとしたものを用いてエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ を設定した。

【0083】ここで、曲線Aを連続する曲線で結ぶのは、エネルギー $P_r$ の変化に対して不連続な曲線によりエンジン150の運転ポイントを定めると、エネルギー $P_r$ が不連続な運転ポイントを跨いで変化するときエンジン150の運転状態が急変することになり、その変化の程度によっては、目標の運転状態にスムーズに移行できずノッキングを生じたり停止してしまう場合があるからである。したがって、このように曲線Aを連続する曲線で結ぶと、曲線A上の各運転ポイントがエネルギー一定の曲線上で最も効率が高い運転ポイントとならない場合もある。

【0084】エンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ を設定すると、制御CPU190は、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ を、設定した目標トルク $T_e^*$ とギヤ比 $\rho$ とに基づいて次式(5)により算出して設定すると共に(ステップS154)、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2}^*$ を、トルク指令値 $T_r^*$ と目標トルク $T_e^*$ とギヤ比 $\rho$ とに基づいて次式(6)

により算出して設定する（ステップS156）。トルク指令値 $T_{m1}^*$ 、 $T_{m2}^*$ を式（5）および式（6）によって算出できるのは、図5および図6の共線図における動作共線の釣り合いの関係として説明した。

【0085】

【数4】

$$T_{m1}^* \leftarrow T_e^* \times \frac{\rho}{1+\rho} \quad \dots\dots (5)$$

$$T_{m2}^* \leftarrow T_r^* - T_e^* \times \frac{1}{1+\rho} \quad \dots\dots (6)$$

【0086】こうして、エンジン150の目標トルク $T_e^*$ 、目標回転数 $N_e^*$ 、モータMG1およびモータMG2のトルク指令値 $T_{m1}^*$ 、 $T_{m2}^*$ を設定した後は、モータMG1の制御処理（ステップS170）、モータMG2の制御処理（ステップS171）およびエンジン150の制御処理（ステップS172）を行なう。図示の都合上、モータMG1、モータMG2およびエンジン150の各制御処理を別々のステップとして記載したが、実際には、これらの制御は総合的に行なわれる。例えば、制御CPU190が割り込み処理を利用して、\*

$$\begin{bmatrix} I_{d1} \\ I_{q1} \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_s - 120) \\ -\cos(\theta_s - 120) \end{bmatrix}$$

【0089】ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、d軸およびq軸の電流が、トルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。次に、2軸の電流値に変換した後、モータMG1におけるトルク指令値 $T_{m1}^*$ から求められる各軸の電流指令値 $I_{d1}^*$ 、 $I_{q1}^*$ と実際各軸に流れた電流 $I_{d1}$ 、 $I_{q1}$ と偏差を求め、各軸の電圧指令値 $V_{d1}$ 、 $V_{q1}$ を求める処理を行なう（ステップS186）。すなわち、まず以下の式（8）の演算を行ない、次に次式（9）の演算を行なうのである。

【0090】

【数6】

$$\Delta I_{d1} = I_{d1}^* - I_{d1}$$

$$\Delta I_{q1} = I_{q1}^* - I_{q1} \quad \dots\dots (8)$$

$$V_{d1} = K_{p1} \cdot \Delta I_{d1} + \Sigma K_{i1} \cdot \Delta I_{d1}$$

$$V_{q1} = K_{p2} \cdot \Delta I_{q1} + \Sigma K_{i2} \cdot \Delta I_{q1} \quad \dots\dots (9)$$

$$\begin{bmatrix} V_{u1} \\ V_{v1} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_s & -\sin \theta_s \\ \cos(\theta_s - 120) & -\sin(\theta_s - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{d1} \\ V_{q1} \end{bmatrix}$$

$$V_{w1} = -V_{u1} - V_{v1}$$

\*モータMG1とモータMG2の制御を同時に実行すると共に、通信によりEFIECU170に指示を送信して、EFIECU170によりエンジン150の制御も同時に行なわせるのである。

【0087】モータMG1の制御処理（図11のステップS170）は、図14に例示するモータMG1の制御ルーチンによりなされる。このルーチンが実行されると、制御CPU190は、まず、サンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ をレゾルバ139から入力する処理を行ない（ステップS180）、続いて、電流検出器195、196により、モータMG1の三相コイル134のU相とV相に流れている電流 $I_{u1}$ 、 $I_{v1}$ を検出する処理を行なう（ステップS182）。電流はU、V、Wの三相に流れているが、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の電流を用いて座標変換（三相-二相変換）を行なう（ステップS184）。座標変換は、永久磁石型の同期電動機のd軸、q軸の電流値に変換することであり、次式（7）を演算することにより行なわれる。

【0088】

【数5】

$$\begin{bmatrix} \sin \theta_s \\ \cos \theta_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{u1} \\ I_{v1} \end{bmatrix} \quad \dots\dots (7)$$

※【0091】ここで、 $K_{p1}$ 、 $K_{p2}$ 、 $K_{i1}$ 、 $K_{i2}$ は、各々係数である。これらの係数は、適用するモータの特性に適合するよう調整される。なお、電圧指令値 $V_{d1}$ 、 $V_{q1}$ は、電流指令値 $I^*$ との偏差 $\Delta I$ に比例する部分（上式（9）右辺第1項）と偏差 $\Delta I$ のi回分の過去の累積分（右辺第2項）とから求められる。その後、こうして求めた電圧指令値をステップS184で行なった変換の逆変換に相当する座標変換（二相-三相変換）を行ない（ステップS188）、実際に三相コイル134に印加する電圧 $V_{u1}$ 、 $V_{v1}$ 、 $V_{w1}$ を求める処理を行なう。各電圧は、次式（10）により求める。

【0092】

※【数7】

$$\dots\dots (10)$$

【0093】実際の電圧制御は、第1の駆動回路191

のトランジスタ $T_{r1}$ ないし $T_{r6}$ のオンオフ時間によ

りなされるから、式(10)によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタTr1ないしTr6のオン時間をPWM制御する(ステップS189)。

【0094】ここで、モータMG1のトルク指令値Tm1\*の符号を図5や図6の共線図におけるトルクTm1の向きを正とすれば、同じ正の値のトルク指令値Tm1\*が設定されても、図5の共線図の状態のようにトルク指令値Tm1\*の作用する向きとサンギヤ軸125の回転の向きとが異なるときには回生制御がなされ、図6の共線図の状態のように同じ向きのときには力行制御がなされる。しかし、モータMG1の力行制御と回生制御は、トルク指令値Tm1\*が正であれば、ロータ132の外周面に取り付けられた永久磁石135と三相コイル134に流れる電流により生じる回転磁界とにより正のトルクがサンギヤ軸125に作用するよう第1の駆動回路191のトランジスタTr1ないしTr6を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。すなわち、トルク指令値Tm1\*の符号が同じであれば、モータMG1の制御が回生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図14のモータMG1の制御処理で回生制御と力行制御のいずれも行なうことができる。また、トルク指令値Tm1\*が負のときには、ステップS180で読み込むサンギヤ軸125の回転角度θsの変化の方向が逆になるだけであるから、このときの制御も図14のモータMG1の制御処理により行なうことができる。

【0095】次に、モータMG2の制御処理(図11のステップS171)について図15に例示するモータMG2の制御ルーチンに基づき説明する。モータMG2の制御処理は、モータMG1の制御処理うちトルク指令値Tm1\*とサンギヤ軸125の回転角度θsに代えてトルク指令値Tm2\*とリングギヤ軸126の回転角度θrとを用いる点を除き、モータMG1の制御処理と全く同一である。すなわち、リングギヤ軸126の回転角度θrをレゾルバ149を用いて検出し(ステップS190)、続いてモータMG2の各相電流を電流検出器197、198を用いて検出し(ステップS192)、その後、座標変換(ステップS194)および電圧指令値Vd2、Vq2の演算を行ない(ステップS196)、更に電圧指令値の逆座標変換(ステップS198)を行なう。モータMG2の第2の駆動回路192のトランジスタTr11ないしTr16のオンオフ制御時間を求め、PWM制御を行なう(ステップS199)。

【0096】ここで、モータMG2もトルク指令値Tm2\*の向きとリングギヤ軸126の回転の向きとにより力行制御されたり回生制御されたりするが、モータMG1と同様に、力行制御も回生制御も共に図15のモータMG2の制御処理で行なうことができる。なお、実施例では、モータMG2のトルク指令値Tm2\*の符号は、図5の共線図の状態のときのトルクTm2の向きを正とした。

【0097】次に、エンジン150の制御処理(図11のステップS172)について説明する。エンジン150は、図11のステップS152で設定された目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*の運転ポイントで定常運転状態となるようトルクTeおよび回転数Neが制御される。具体的には、制御CPU190から通信によりEFIECU170に指示を送信し、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やスロットルバルブ166の開度を増減して、エンジン150の出力トルクが目標トルクTe\*に、回転数が目標回転数Ne\*になるように徐々に調整するのである。なお、図11の通常運転トルク制御ルーチンのステップS162ないしS172の処理で後述するが、エンジン150の回転数NeはモータMG1によるサンギヤ軸125の回転数Nsの制御によって行なわれるから、エンジン150の制御では、エンジン150のトルクTeを目標トルクTe\*とする制御となる。

【0098】次に、図11の通常運転トルク制御ルーチンのステップS150でリングギヤ軸126に出力すべきエネルギーPrと前回のエネルギーPrとが同じであると判断されたときの処理(ステップS162ないしS172の処理)について説明する。このときには、制御CPU190は、まず、サンギヤ軸125の回転数Nsを入力する処理を行なう(ステップS162)。次に、リングギヤ軸126の目標回転数Ns\*を、エンジン150の目標回転数Ne\*に基づいて式(2)と同様な式(11)により算出すると共に(ステップS164)、読み込んだリングギヤ軸126の回転数Nsと計算で求めた目標回転数Ns\*との偏差ΔNsを算出する(ステップS166)。そして、モータMG1のトルク指令値Tm1\*を式(12)により求める(ステップS168)。なお、式(12)中のKm1は制御ゲインである。

【0099】

【数8】

$$Ns^* \leftarrow Nr - (Nr - Ne^*) \times \frac{1+p}{p} \quad \dots\dots (11)$$

$$Tm1^* \leftarrow \text{前回 } Tm1^* + Km1 \cdot \Delta Ns \quad \dots\dots (12)$$

【0100】こうしてトルク指令値Tm1\*を設定すると、モータMG1、モータMG2およびエンジン150

の各制御処理を行なう(ステップS170ないしS172)。ここで、各制御処理に用いられる各設定値のうち

ステップS 168で設定されたトルク指令値 $T_{m1}^*$ 以外は、前回このルーチンが実行されたときに今回のエネルギー $P_r$ と同じ値のエネルギー $P_r$ に基づいてステップS 152およびS 156で設定されたものが用いられる。

【0101】ステップS 162ないしS 172の処理は、サンギヤ軸125の回転数 $N_s$ を目標回転数 $N_s^*$ に一致させるフィードバック制御となる。実施例では、こうしたサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ を制御することにより、エンジン150の回転数 $N_e$ を制御している。図5および図6を用いて説明したように、プラネタリギヤ120は、サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびプラネタリキャリア124の回転数のうちいずれか2つの回転数を決定すれば残余の回転数はこれらに基づいて定まる。駆動輪116、118に機械的に接続されているリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ は入力値として与えられるから、サンギヤ軸125の回転数 $N_s$ かエンジン150の回転数 $N_e$ のいずれかを制御すれば、プラネタリギヤ120の3軸の回転状態が定まる。いま、エンジン150を目標トルク $T_e^*$ 、目標回転数 $N_e^*$ の効率のよい運転ポイントで運転したいから、エンジン150の回転数 $N_e$ を制御すればよい。この場合、エンジン150の回転数 $N_e$ を制御する手法としてスロットバルブ166の開度と燃料噴射量とを制御する手法もあるが、同時にエンジン150のトルク $T_e$ を目標トルク $T_e^*$ に制御する必要もあり、制御は困難なものとなる。一方、サンギヤ軸125の回転数 $N_s$ は、モータMG1の回転数制御により容易にかつ高精度に行なうことができる。したがって、実施例では、エンジン150の回転数 $N_e$ の制御をモータMG1によるサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ の制御によって行なうのである。

【0102】以上説明した通常運転トルク制御処理によれば、エンジン150から出力された動力をプラネタリギヤ120、モータMG1およびモータMG2により所望の動力にトルク変換してリングギヤ軸126に、延いては駆動輪116、118に出力することができる。しかも、エンジン150の運転ポイント（回転数 $N_e$ とトルク $T_e$ ）は、出力されるエネルギー $P_e$ がリングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ と同じであれば、如何なる運転ポイントとしてもよいから、エンジン150をより効率の良い運転ポイントで運転することができる。この結果、装置全体の効率を高くすることができる。また、モータMG1によりリングギヤ軸126の回転数 $N_s$ を目標回転数 $N_s^*$ に制御することによりエンジン150の回転数 $N_e$ を目標回転数 $N_e^*$ に制御することができる。

【0103】実施例の動力出力装置110では、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ が前回のエネルギー $P_r$ と同じときには、モータMG1によりサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ が目標回転数 $N_s^*$ となるようフィードバック制御したが、こうしたフィードバック制御を

行なわないものとしてもよい。また、実施例の動力出力装置110では、エンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ を、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ に対してエンジン150ができる限り効率の高い状態で運転され、かつエネルギー $P_r$ の変化に対してエンジン150の運転状態が滑らかに変化するマップを用いて設定したが、エンジン150ができる限り効率の高い状態で運転されるがエネルギー $P_r$ の変化に対してエンジン150の運転状態が滑らかに変化しない不連続な運転ポイントを記憶するマップを用いて設定するものとしてもよく、エンジン150ができる限りエミッションが良好となる運転ポイントや、エンジン150ができる限り静かになる運転ポイントなどの種々の運転ポイントを記憶するマップを用いて設定するものとしてもよい。

#### 【0104】（5）モータ駆動トルク制御処理

次に、図7のステップS 120におけるモータ駆動トルク制御処理について図16のモータ駆動トルク制御ルーチンに基づき説明する。本ルーチンは、図9のステップS 142およびS 144でリングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ が所定エネルギーPMLより小さく、かつ、リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ が所定回転数NMLより小さいと判断されたときに実行される。

【0105】本ルーチンが実行されると、まず、制御装置180の制御CPU190は、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ に値0を設定するとともに（ステップS 2000）、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2}^*$ にトルク指令値 $T_r^*$ を設定し（ステップS 202）、設定した各指令値を用いてモータMG1、モータMG2およびエンジン150の各制御を行なう（ステップS 204およびS 206）。ここで、ステップS 204のモータMG1の制御は、トルク指令値 $T_{m1}^*$ が値0であるから、第1の駆動回路191のトランジスタ $Tr_1$ ないし $Tr_6$ のすべてをオフ状態とする制御となる。その後、エンジン150の運転を停止する制御を行なう（ステップS 208）。なお、モータ駆動トルク制御処理における共線図は図17に示すようになる。

【0106】以上説明したモータ駆動トルク制御処理によれば、エンジン150の運転は停止されて、モータMG2から出力される動力のみをリングギヤ軸126に出力することができる。即ち、車両駆動としては、電気自動車状態となっている。

【0107】なお、このモータ駆動トルク制御処理は、前述したように、図9のステップS 142およびS 144でリングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ が所定エネルギーPMLより小さく、かつ、リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ が所定回転数NMLより小さいと判断されたときに実行されるものとしたが、こうしたリングギヤ軸126へ出力すべきエネルギー $P_r$ やリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ に拘わらずモータ駆動トルク制御処理

を実行するものとしてもよい。例えば、運転者により操作可能な図示しないスイッチから指令を受けたときに実行される構成としてもよい。詳しくは、この車両にモータのみで走行する駆動状態を選択可能なスイッチを予め設けるようにして、騒音規制および排ガス規制の要請のもと運転者によりそのスイッチが操作されたときに、このモータ駆動トルク制御処理が実行される構成とする。

#### 【0108】(6) その他のトルク制御処理

次に、図7のステップS114における充放電トルク制御処理、ステップS116におけるパワーアシストトルク制御処理およびステップS118におけるロックアップトルク制御処理について説明する。これらトルク制御処理は本発明の要旨と直接関係しないことから、ここでは簡単な説明に留めておく。

【0109】ステップS114における充放電トルク制御処理では、バッテリー194の残容量BRMが閾値BL未満でバッテリー194の充電が必要と判断されたときに、モータMG1またはモータMG2により回生される電力を、モータMG1またはモータMG2で消費する電力より大きくすることにより、この余剰電力によりバッテリー194を充電する処理を行なう。一方、バッテリー194の残容量BRMが閾値BHより大きく、バッテリー194の放電が必要であると判断されたときには、モータMG1またはモータMG2により回生される電力を、モータMG1またはモータMG2で消費する電力より小さくすることにより、この不足電力をバッテリー194からの放電により賄う処理を行なう。これらの結果、バッテリー194の残容量BRMを所望の範囲とすることができ、バッテリー194の過放電や過充電を回避することができる。もとより、ステップS112の通常運転トルク制御と同様に、エンジン150、プラネタリギヤ120、モータMG1、モータMG2およびバッテリー194により所望の動力をリングギヤ軸126に、延いては駆動輪116、118に出力することができる。

【0110】ステップS116におけるパワーアシストトルク制御処理では、エンジン150から出力された動力にバッテリー194に貯えられた電気エネルギーをアシストパワーとして付加する処理を行なう。これにより、エンジンの最大エネルギー以上のエネルギーをリングギヤ軸126に、延いては駆動輪116、118に出力することができる。この結果、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギーより小さなエネルギーを最大エネルギーとする定格能力の低いエンジン150を用いることができ、装置全体の小型化および省エネルギー化を図ることができる。

【0111】ステップS118におけるロックアップトルク制御処理では、モータMG1をロックアップすることによりサンギヤ軸125が回転しないよう固定して、エンジン150から出力される動力をギヤ比を介してダイレクトにリングギヤ軸126に出力することができる。

【0112】動力出力装置110によれば、上述した各トルク制御処理を行なうことにより、効率よくリングギヤ軸126に、延いては駆動輪116、118に動力を出力することができる。また、リングギヤ軸126に出力された動力をモータMG1とモータMG2の間から取り出して駆動輪116、118に伝達することができる。

【0113】さらに、動力出力装置110では、各トルク制御処理を行なう運転制御に加えて、エンジン150が停止しているときに、エンジン150の始動要求を受けてエンジン150を始動するエンジン始動制御を実行する。

#### 【0114】(7) エンジン始動制御

以下、エンジン始動制御について図18、図19に示すエンジン始動制御ルーチンに基づき説明する。なお、このエンジン始動制御ルーチンは、図7に示す運転制御ルーチンの実行時に、割込みにて所定時間毎に繰り返し実行される。エンジン始動制御ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、EFI ECU170からエンジン情報の入力を行なう(ステップS210)。具体的には、EFI ECU170から通信により水温センサ174、回転数センサ176等のエンジン150周辺の各種センサおよびスイッチの検出結果を受信する処理を行なう。次いで、モータ駆動モードの設定がなされているか否かの判定を行なう(ステップS211)。モータ駆動モードは、前述した運転モード判定処理ルーチンのステップS144で設定されるもので、この設定がなされているか否かを判定することにより、運転制御ルーチンにおけるステップS120でモータ駆動トルク制御がなされているか否かの判定、即ち、エンジン150の運転が停止された状態で、モータMG2から出力される動力で車両が走行中であるか否かの判定を行なっている。

【0115】次いで、制御CPU190は、エンジン150を始動する要求があるか否かの判定を行なう(ステップS212)。この判定は、車両の運転状況を読み取って、その運転状況からみてエンジン150の運転が必要であると判定したときに、エンジン150の始動要求があるものと判断するものであってもよいし、外部からの制御指令に従ってエンジン150の始動要求があるものと判断するものであってもよい。前者の場合には、例えば、車両の減速時等において、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギーPrが所定エネルギーPMLより小さく、かつ、リングギヤ軸126の回転数Nrが所定回転数NMLより小さくなって、モータ駆動モードに移行した状態で、運転者がアクセルペダル164を踏み込んで加速の要求をしたときに、制御CPU190は、上記加速の要求からエンジン150の始動要求があるものと判断する。また、バッテリー194の残容量が不足してバッテリー充電の必要性が生じたときにも、制御CPU190



は、上記加速の要求からエンジン150の始動要求があるものと判断する構成とすることもできる。

【0116】後者の場合には、例えば、モータのみで走行する駆動状態を選択するスイッチが運転者により操作されてモータ駆動モードへの移行がなされた場合に、このスイッチが解除されたときに、制御CPU190は、この解除指令からエンジン150の始動要求があるものと判断する。

【0117】ステップS210およびステップS212共に肯定判定されたときには、続くステップS213に処理を進める。一方、ステップS211およびステップS212のいずれか一方でも否定判定されたときには、「リターン」に抜けて、この処理をいったん終了する。

【0118】ステップS213に処理が進むと、ステップS210にて入力したエンジン情報から、エンジン150の始動時における目標とするアイドル回転数Ni（例えば、800[rpm]）と、そのアイドル回転数Niを維持するのに必要な空気量Qiとを算出する。詳細には、水温センサ174の検出結果に基づく暖機補正量、ヘッドランプ等の補機のスイッチがオン状態とされたときに設定される電気負荷補正量などを加味し、エンジン150がおかれている現状に最適の始動時におけるアイドル回転数Niを求め、さらに、そのアイドル回転数Niから必要空気量Qiを算出する。なお、必要空気量Qiを算出する際には、アイドル回転数Niに加えて吸気温度センサの検出結果を用いて求める構成としてもよく、この構成によれば、空気温度により変わる空気密度を考慮してより高精度の必要空気量Qiを求めることができる。

【0119】続いて、制御装置180の制御CPU190は、エンジン150の目標回転数Ne\*にステップS213で求めたアイドル回転数Niを、目標吸入空気量Q\*にステップS213で求めた必要空気量Qiをそれぞれ設定する処理を行なう（ステップS214）。次いで、モータMG1のトルク指令値Tm1\*とモータMG2のトルク指令値Tm2\*をそれぞれ設定する処理を行なう（ステップS216、S218）。これらトルク指令値Tm1\*、Tm2\*がどのような値に設定されるかを、共線図を用いて説明する。

【0120】モータ駆動モード時における共線図は、前述したように図17に示すものである。このエンジン始動制御においてエンジン150を始動するためには、図17に示す状態から図20に示す状態にまず移行すればよい。すなわち、駆動輪116、118に機械的に接続されているリングギヤ軸126の回転数Nrはモータ駆動モード時においては一定であることから、このリングギヤ軸126の回転数Nrを固定してサンギヤ軸125の回転数Nsを正転側に増速することにより、エンジン150の回転数NeをステップS214で設定された目標回転数Ne\*（＝アイドル回転数Ni）に移行すれば

よい。

【0121】エンジン150をアイドル回転数Niでモータリングさせるには、エンジン150の出力軸（クランクシャフト156）をそのアイドル回転数Niで回転させるためのトルク（クランキングトルク）Tecを座標軸C上に作用させる必要がある。しかし、エンジン150は停止状態であることから、座標軸Cにはトルクを直接作用させることはできない。そこで、この座標軸C上に作用させたいトルクTecは、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルクTecsと座標軸R上のトルクTecrとに分離することができることから、これらトルクTecs、Tecrを座標軸Sおよび座標軸R上にそれぞれ作用させるようにする。このときトルクTecs、Tecrの大きさは、次式（13）および（14）によって表わされる。

【0122】

【数9】

$$Tecs = Tec \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (13)$$

$$Tecr = Tec \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (14)$$

【0123】なお、上記クランキングトルクTecは、エンジン150の構造、シリンダ容積、潤滑油の粘度等によって定まるもので、予め計算により求められた値を利用する。エンジン150の構造、シリンダ容積は、エンジン150固有のもので一定であるが、潤滑油粘度は温度により大きく変動することから、水温センサ174により検出される水温に従い変動する値としてクランキングトルクTecを求めることが好ましい。

【0124】こうしたことから、制御CPU190は、ステップS216で、モータMG1のトルク指令値Tm1\*を、上記作用させたいトルクTecsに基づいて、次式（15）により算出して設定すると共に、ステップS218で、モータMG2のトルク指令値Tm2\*を、モータ駆動モード時において座標軸R上に作用しているトルクTm2（＝Tr\*）と上記作用させたいトルクTecrとに基づいて、次式（16）により算出して設定する。

【0125】

【数10】

$$Tm1* \leftarrow Tec \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (15)$$

$$Tm2* \leftarrow Tr* + Tec \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (16)$$

【0126】式（16）におけるトルク指令値Tr\*は、図7の運転制御ルーチンのステップS104で求めた最新の値である。こうして、エンジン150の目標回転数Ne\*、目標吸入空気量Q\*、モータMG1およびモータMG2のトルク指令値Tm1\*、Tm2\*を設定

した後は、モータMG1の制御処理（ステップS220）およびモータMG2の制御処理（ステップS222）を行なう。このモータMG1の制御処理は、前述したように、図14に例示するモータMG1の制御ルーチンによりなされ、モータMG2の制御処理は、前述したように、図15に例示するモータMG2の制御ルーチンによりなされる。なお、図示の都合上、モータMG1およびモータMG2の各制御処理を別々のステップとして記載したが、実際には、これらの制御は総合的に行なわれる。例えば、制御CPU190が割り込み処理を利用して、モータMG1とモータMG2の制御を同時に実行する

【0127】ステップS220およびS222の処理の結果、エンジン150はアイドル回転数 $N_i$ でモータリングされる。なお、このとき、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2}$ \*は、エンジン150をモータリング運転する際に座標軸R上に作用させるトルク $T_{ecr}$ 分を差し引いた値に設定されていることから、モータリング時における駆動軸のトルク変動を防止することができる。

【0128】その後、エンジン150の制御処理に移り、まず、アイドルスピードコントロール（ISCと呼ぶ）を行なうことにより、エンジン150の吸入空気量を調整して、エンジン150の回転数を上記制御したアイドル回転数 $N_i$ に安定させる（ステップS224）。詳細には、ステップS214で設定された目標吸入空気量 $Q^*$ に基づく制御量の駆動信号をISCV167aに出力することで、ISCV167aの開度を調節してエンジン150の吸入空気量を必要空気量 $Q_i$ に変える。

【0129】続くステップS226では、実際のエンジン150の回転数 $N_e$ がステップS214で設定した目標回転数 $N_e^*$ 、即ち、ステップS213で求めたアイドル回転数 $N_i$ より大きいかなんかを判定し、大きくないと判定されれば、ステップS220に戻り、モータMG1の制御処理を続行する。また、続く、ステップS228で、所定時間の吸入空気量の変化量 $\Delta Q$ が予め定められた許容変化量 $\Delta Q_{max}$ より小さいかなんかを判定し、小さくないと判定されれば、ステップS220に戻り、モータMG1の制御処理を続行する。一方、ステップS226で、実際の回転数 $N_e$ が目標回転数 $N_e^*$ より大きいと判定され、ステップS228で、吸入空気量の変化量 $\Delta Q$ が許容変化量 $\Delta Q_{max}$ より小さいと判定されると、エンジン150の回転数 $N_e$ および吸入空気量 $Q$ が共に目標回転数 $N_e^*$ および目標吸入空気量 $Q^*$ の値に安定したと判断して、燃料噴射弁151やイグナイタ158に対して駆動信号を出力する燃料噴射制御・点火時期制御を実行開始してエンジン150の始動を開始する（ステップS230）。

【0130】この燃料噴射制御と点火時期制御は、上記目標回転数 $N_e^*$ および目標吸入空気量 $Q^*$ 、即ち、ステップS213で算出したアイドル回転数 $N_i$ と必要空

気量 $Q_i$ とに応じて燃料噴射量および点火時期が求められて実行される。具体的には、制御CPU190から通信によりEFI ECU170に指示を送信し、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やイグナイタ158による点火時期を上記アイドル回転数 $N_i$ と必要空気量 $Q_i$ から求めて、エンジン150の燃料噴射制御・点火時期制御が実行される。

【0131】エンジン150の始動が開始されると、その後、図19のステップS232に処理は移り、制御装置180の制御CPU190は、エンジン150の始動のために座標軸Sおよび座標軸R上加えたトルク $T_{ecs}$ 、 $T_{ecr}$ をそれぞれ取り除く作業を行なう。即ち、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1}$ \*に、トルク $T_{ecs}$ を差し引いた結果である値0を設定する（ステップS232）とともに、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2}$ \*に、トルク $T_{ecr}$ を差し引いた結果であるトルク指令値 $T_r$ \*を設定し（ステップS234）、設定した各指令値を用いてモータMG1、モータMG2の各制御を行なう（ステップS236およびS238）。このモータMG1、モータMG2の各制御は、前述した制御ルーチンに基づき行なわれる。

【0132】続いて、エンジン150の制御処理を行なう（ステップS240）。ここでは、エンジン150は、ステップS214で設定された目標回転数 $N_e^*$ および目標吸入空気量 $Q^*$ の運転ポイント、即ち、アイドル状態で定常運転されるよう、目標回転数 $N_e^*$ および目標吸入空気量 $Q^*$ が制御される。具体的には、制御CPU190から通信によりEFI ECU170に指示を送信し、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やISCV167aの開度を増減して、エンジン150の回転数 $N_e$ がアイドル回転数 $N_i$ 、吸入空気量 $Q$ が必要吸入空気量 $Q_i$ となるアイドル状態にエンジン150を安定させる。

【0133】ステップS236のモータMG1の制御、ステップS238のモータMG2の制御およびステップS240のエンジン150の制御を終えたときのブラネタリギヤ120における共線図は、図21に例示ようになる。図21に示すように、座標軸R上にはトルク $T_{m2}$ を作用させるとともに、座標軸C上に作用させるエンジン150のトルク $T_e$ および座標軸S上に作用させるトルクは値0となる。この結果、エンジン150はアイドル回転数 $N_i$ の回転数で安定して運転することになる。ステップS236の実行後、「リターン」に抜けてこの処理をいったん終了する。

【0134】以上のように構成されたエンジン始動制御ルーチンにより実現されるエンジン150の始動時の回転数 $N_e$ および吸入空気量 $Q$ の経時変化を図22に示した。図22において破線で示す特性曲線は、従来のスターモータによってエンジンを始動したときのものである。

【0135】図示するように、本実施例のエンジン15

0は、モータMG1およびMG2によって始動開始時から回転駆動され、最終目的であるアイドル回転数 $N_i$ に短時間の内に達し(時刻 $t_1$ )、かつ、その状態で安定推移する。また、エンジン150の回転数 $N_e$ に呼応して、吸入空気量 $Q$ も同一特性曲線にて推移することは明らかである。そして、回転数 $N_e$ がアイドル回転数 $N_i$ となり、吸入空気量の変化量 $\Delta Q$ が許容変化量 $\Delta Q_{max}$ となる安定状態(この図22で示す特性が定常状態に達した状態)にて、燃料噴射制御および点火時期制御が実行される。

【0136】一方、スタータモータによる従来の始動制御によれば、図中、破線で示すように、微力なスタータモータによってエンジン150が不安定に低速回転で駆動され(図中のモータリング期間)、その回転駆動を利用して燃料噴射制御および点火時期制御を行なってファイアリングへと導かれる。そして、このファイアリングによってエンジンの自力運転が完了した後に、最終目的であるアイドル回転数 $N_i$ へと復帰するのである。

【0137】図22に示す両者の特性曲線から明らかのように、この第1実施例によればエンジン150の始動時における回転数 $N_e$ および吸入空気量 $Q$ の安定性は顕著であり、このような安定した回転数 $N_e$ および吸入空気量 $Q$ で実行される燃料噴射制御および点火時期制御は、その制御目標である制御精度が容易に確保される。従って、エンジン150の始動時におけるエミッションの排出を低減し、ハイブリッド車両の目的の一つである低公害化を実現することができる。また、燃料噴射制御および点火時期制御の制御精度が優れていることから、エンジン150から出力されるトルクの変動がない。この結果、エンジン150と機械的に接続される駆動軸112についてのトルク変動もないことから、車両ショックを抑制することができる。

#### 【0138】2. 第2実施例

##### (1) ハードウェア構成

次に本発明の第2の実施例である動力出力装置について説明する。この第2実施例の動力出力装置は、第1実施例の動力出力装置110と比較して、制御装置180の制御CPU190にて実行されるエンジン始動制御の構成が相違し、その他のソフトウェア構成やハードウェア構成については同一の構成を備える。したがって、第1実施例と同一の構成については同一の符号を用いて以下の説明を行なうことにする。

##### 【0139】(2) エンジン始動制御

以下、エンジン始動制御について図23、図24に示すエンジン始動制御ルーチンに基づき説明する。なお、このエンジン始動制御ルーチンは、第1実施例の図7に示す運転制御ルーチンの実行時に、割込みにて所定時間毎に繰り返し実行される。エンジン始動制御ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、第1実施例のエンジン始動制御ルーチン(図18)

のステップS210ないしS212と同様の処理を行なう。即ち、EFI ECU170からエンジン情報の入力を行ない(ステップS310)、次いで、モータ駆動モードの設定がなされているか否かの判定(ステップS311)と、エンジン150を始動する要求があるか否かの判定を行なう(ステップS312)。

【0140】ステップS310およびステップS312共に肯定判定されたときには、続くステップS313に処理を進める。一方、ステップS311およびステップS312のいずれか一方でも否定判定されたときには、「リターン」に抜けて、この処理をいったん終了する。

【0141】ステップS313では、エンジン150の目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ とを設定する処理を行なう。この目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ は、詳しくは次のようにして求める。

【0142】この算出においては、運転者により操作されるアクセルペダル164のアクセルペダルポジションAPを読み込んで、そのアクセルペダルポジションAPに応じてリングギヤ軸126に出力すべきトルクの目標値であるトルク指令値 $T_r^*$ を導出して、そのトルク指令値 $T_r^*$ と読み込まれたリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とから、リングギヤ軸126に出力すべきエネルギー $P_r$ を計算( $P_r = T_r^* \times N_r$ )により求める必要があるが、これは、図7に示した運転制御ルーチンのステップ106で計算した出力エネルギー $P_r$ をそのまま用いればすむ。したがって、ステップS313では、その出力エネルギー $P_r$ に基づいてエンジン150の目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ とを設定する。この設定は、図11に示した通常運転トルク制御ルーチンのステップS152と同一の方法で行なう。この結果、得られる目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ は、出力エネルギー $P_r$ に対してエンジン150ができる限り効率の高い状態で運転され、かつエネルギー $P_r$ の変化に対してエンジン150の運転状態が滑らかに変化するようなトルク値および回転数である。

【0143】なお、ステップS313では、ステップS106で計算した出力エネルギー $P_r$ の全部をリングギヤ軸126に出力するものとして、目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ との設定を行なっていたが、これに換えて、ステップS106で計算した出力エネルギー $P_r$ の一部をバッテリー194の充電用に利用して、その残余分をリングギヤ軸126の出力用に利用するものとして、目標トルク $T_e^*$ と目標回転数 $N_e^*$ との設定を行なう構成としてもよい。この場合、出力すべきエネルギー $P_r$ とバッテリー194の充電エネルギー $P_b$ とエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ との関係は、 $P_r + P_b = T_e^* \times N_e^*$ となり、かかる関係を満足するエンジン150の目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ を設定する。

【0144】また、ステップS106で計算した出力エ

エネルギー $P_r$ と、バッテリー194から放電されるエネルギー $P_b$ との総和をリングギヤ軸126に出力する構成としてもよい。この場合、出力すべきエネルギー $P_r$ とバッテリー194の放電エネルギー $P_b$ とエンジン150の目標トルク $T_{e*}$ および目標回転数 $N_{e*}$ との関係は、 $P_r - P_b = T_{e*} \times N_{e*}$ となり、かかる関係を満足するエンジン150の目標トルク $T_{e*}$ および目標回転数 $N_{e*}$ を設定する。

【0145】目標トルク $T_{e*}$ および目標回転数 $N_{e*}$ の設定を終えると、続くステップS314以後の処理で、エンジン150がその設定された目標回転数 $N_{e*}$ でトルクが0または0近傍の運転状態となるように、エンジン150を始動させる作業を行なう。

【0146】詳しくは、ステップS314で、まず、ステップS313で設定された目標トルク $T_{e*}$ をいったん別の名前の変数、例えば、ワーキング目標トルク $W T_{e*}$ に退避し、その後、目標トルク $T_{e*}$ に値0を設定する。続いて、エンジン150が、上記目標回転数 $N_{e*}$ でトルクが目標トルク $T_{e*}$ 、即ち、0または0近傍の運転状態となるような、スロットルバルブ開度 $\theta_a$ 、燃料噴射量 $\tau$ 、点火時期 $\phi$ を求める（ステップS315）。ここでは、目標回転数 $N_{e*}$ とスロットルバルブ開度 $\theta_a$ 、燃料噴射量 $\tau$ 、点火時期 $\phi$ との関係を実験等により求め、これを予めROM190bにマップとして記憶しておき、ステップS313で設定した目標回転数 $N_{e*}$ の値に対応するスロットルバルブ開度 $\theta_a$ 、燃料噴射量 $\tau$ 、点火時期 $\phi$ をこのマップから導出する構成とすることが好ましい。

【0147】続いて、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1*}$ とモータMG2のトルク指令値 $T_{m2*}$ をそれぞれ設定する処理を行なう（ステップS316、S318）。これらトルク指令値 $T_{m1*}$ 、 $T_{m2*}$ がどのような値に設定されるかを、共線図を用いて説明する。

【0148】モータ駆動モード時における共線図は、第1実施例で説明したように図17に示すものである。このエンジン始動制御においてエンジン150を始動するためには、図17に示す状態から図25に示す状態にまず移行すればよい。すなわち、駆動輪116、118に機械的に接続されているリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ はモータ駆動モード時においては一定であることから、このリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ を固定してサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ を正転側に増速することにより、エンジン150の回転数 $N_e$ をステップS313で設定された目標回転数 $N_{e*}$ に移行すればよい。

【0149】エンジン150を目標回転数 $N_{e*}$ でモータリングさせるには、図25に示すように、エンジン150の出力軸をその目標回転数 $N_{e*}$ に応じた所定の大さのトルク $T_{en}$ を座標軸C上に作用させる必要がある。しかし、エンジン150は停止状態であることから、座標軸Cにはトルクを直接作用させることはできな

い。そこで、この座標軸C上に作用させたいトルク $T_{en}$ は、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルク $T_{ens}$ と座標軸R上のトルク $T_{enr}$ とに分離することができることから、これらトルク $T_{ens}$ 、 $T_{enr}$ を座標軸Sおよび座標軸R上にそれぞれ作用させるようにする。このときトルク $T_{ens}$ 、 $T_{enr}$ の大きさは、次式(17)および(18)によって表わされる。

【0150】

【数11】

$$T_{ens} = T_{en} \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (17)$$

$$T_{enr} = T_{en} \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (18)$$

【0151】なお、上記トルク $T_{en}$ は、エンジン150の構造、シリンダ容積、潤滑油の粘度等によって定まるもので、エンジン150の回転させたい回転数の値に応じた値をとる。ここでは、エンジン150の構造、シリンダ容積、潤滑油粘度等から目標回転数 $N_{e*}$ に応じたトルク $T_{en}$ を計算により求めて、これを予めROM190bにマップとして記憶しておき、ステップS313で設定した目標回転数 $N_{e*}$ の値に対応するトルク $T_{en}$ をこのマップから導出する。なお、エンジン150の構造、シリンダ容積は、エンジン150固有のもので一定であるが、潤滑油粘度は温度により大きく変動することから、水温センサ174により検出される水温に従い変動する値としてトルク $T_{en}$ を求めることが好ましい。

【0152】こうしたことから、制御CPU190は、ステップS316で、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1*}$ を、上記作用させたいトルク $T_{ens}$ に基づいて、次式(19)により算出して設定すると共に、ステップS318で、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2*}$ を、モータ駆動モード時において座標軸R上に作用しているトルク $T_{m2} (= T_{r*})$ と上記作用させたいトルク $T_{enr}$ とに基づいて、次式(20)により算出して設定する。

【0153】

【数12】

$$T_{m1*} \leftarrow T_{en} \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots (19)$$

$$T_{m2*} \leftarrow T_{en} \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (20)$$

【0154】式(20)におけるトルク指令値 $T_{r*}$ は、図7の運転制御ルーチンのステップS104で求めた最新の値である。こうして、エンジン150の目標トルク $T_{e*}$ 、目標回転数 $N_{e*}$ 、モータMG1およびモータMG2のトルク指令値 $T_{m1*}$ 、 $T_{m2*}$ を設定し

た後は、モータMG1の制御処理（ステップS320）およびモータMG2の制御処理（ステップS322）を行なう。このモータMG1およびモータMG2の制御処理は、第1実施例のステップS220およびS222と同じで、前述したように、図14に例示するモータMG1の制御ルーチンおよび図15に例示するモータMG2の制御ルーチンによりなされる。

【0155】ステップS320およびS322の処理の結果、エンジン150は目標回転数 $N_{e*}$ でモータリングされる。なお、このとき、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2*}$ は、エンジン150をモータリング運転する際に座標軸R上に作用させるトルク $T_{enr}$ 分を差し引いた値に設定されていることから、モータリング時における駆動軸のトルク変動を防止することができる。

【0156】その後、エンジン150の制御処理に移り、まず、ステップS315で算出されたスロットルバルブ開度 $\theta_a$ に基づく制御量の駆動信号をアクチュエータ168に出力することにより、エンジン150の吸入空気量を調整して、エンジン150の回転数を上記目標回転数 $N_{e*}$ に安定させる（ステップS324）。

【0157】その後、エンジン150の回転数 $N_e$ が目標回転数 $N_{e*}$ の値に安定したとして、燃料噴射弁151やイグナイタ158に対して駆動信号を出力する燃料噴射制御・点火時期制御を実行開始してエンジン150の始動を開始する（ステップS330）。この燃料噴射制御と点火時期制御は、ステップS315で算出した燃料噴射量 $\tau$ と点火時期 $\phi$ とに応じて制御処理がなされることになるが、具体的には、制御CPU190から通信によりEFI ECU170に指示を送信し、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やイグナイタ158による点火時期を上記 $\tau$ と $\phi$ とから定めて、エンジン150の燃料噴射制御・点火時期制御が実行される。

【0158】なお、この第2実施例では、ステップS324で回転数制御がなされた後は、エンジン150の回転数 $N_e$ が目標回転数 $N_{e*}$ の値に安定したとして、その後、即座にステップS330でエンジン150の始動を開始していたが、これに換えて、第1実施例のステップS226およびS228と同様に、実際のエンジン150の回転数 $N_e$ が目標回転数 $N_{e*}$ より大きい・否かを判定する処理と、所定時間の吸入空気量の変化量 $\Delta Q$ が予め定められた許容変化量 $\Delta Q_{max}$ より小さい・否かを判定する処理とを加えることにより、回転数 $N_e$ と吸入空気量 $Q$ とが確実に安定した状態となったのを確認してから、エンジン150の始動を開始する構成としてもよい。

【0159】エンジン150の始動が開始されると、その後、図24のステップS332に処理は移り、制御装置180の制御CPU190は、エンジン150の始動のために座標軸Sおよび座標軸R上加えたトルク $T_{ens}$ 、 $T_{ecr}$ をそれぞれ取り除く作業を行なう。即

ち、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1*}$ に、トルク $T_{ens}$ を差し引いた結果である値0を設定する（ステップS332）とともに、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2*}$ に、トルク $T_{enr}$ を差し引いた結果であるトルク指令値 $T_r*$ を設定し（ステップS334）、設定した各指令値を用いてモータMG1、モータMG2の各制御を行なう（ステップS336およびS338）。

【0160】続いて、エンジン150の制御処理を行なう（ステップS340）。ここでは、エンジン150は、ステップS313で設定された目標回転数 $N_{e*}$ およびステップS314で設定された目標トルク $T_{e*}$ （=0）の運転ポイントで定常運転されるようトルク $T_e$ および回転数 $N_e$ が制御される。具体的には、制御CPU190から通信によりEFI ECU170に指示を送信し、燃料噴射弁151からの燃料噴射量やスロットルバルブ166aの開度を増減して、トルク $T_e$ が値0で回転数 $N_e$ が目標回転数 $N_{e*}$ を保つように制御される。

【0161】ステップS336のモータMG1の制御、ステップS338のモータMG2の制御およびステップS340のエンジン150の制御を終えたときのブラネタリギヤ120における共線図は、図26に例示ようになる。図26に示すように、座標軸R上にはトルク $T_{m2}$ を作用させるとともに、座標軸C上に作用させるエンジン150のトルク $T_e$ および座標軸S上に作用させるトルクは値0となる。この結果、エンジン150は目標回転数 $N_{e*}$ の回転数でトルクが値0の運転状態で安定して運転することになる。

【0162】ステップS340の実行を終えると、その後のステップS342以後の処理で、エンジン150の出力トルク $T_e$ を値0からステップS313で設定された目標トルク $T_{e*}$ に切り換える作業を行なう。

【0163】詳しくは、ステップS342で、まず、目標トルク $T_{e*}$ を微小量 $\Delta T_e$ だけインクリメントする処理を行なう。次いで、エンジン150が、上記目標回転数 $N_{e*}$ でトルクが目標トルク $T_{e*}$ の運転状態となるような、スロットルバルブ開度 $\theta_b$ を求める（ステップS344）。ここでは、目標回転数 $N_{e*}$ とスロットルバルブ開度 $\theta_a$ との関係を実験等により求め、これを予めROM190bにマップとして記憶しておき、ステップS313で設定した目標回転数 $N_{e*}$ の値に対応するスロットルバルブ開度 $\theta_b$ をこのマップから導出する構成とすることが好ましい。

【0164】続いて、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1*}$ とモータMG2のトルク指令値 $T_{m2*}$ をそれぞれ設定する処理を行なう（ステップS346、S348）。これらトルク指令値 $T_{m1*}$ 、 $T_{m2*}$ がどのような値に設定されるかを、共線図を用いて説明する。

【0165】ステップS346の直前における共線図は、図26に示すものである。エンジン150の出力ト

ルク  $T_e$  を目標トルク  $T_e^*$  に切り換えると、この描かれた動作共線に、目標トルク  $T_e^*$  がプラネタリキャリア 124 の座標軸 C を作用線として図中下から上に作用する。このときの共線図は図 27 に例示するようになる。この座標軸 C 上に作用させた目標トルク  $T_e^*$  は、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸 S 上のトルク  $T_e^*s$  と座標軸 R 上のトルク  $T_e^*r$  とに分離することができる。このときトルク  $T_e^*s$  および  $T_e^*r$  の大きさは、次式 (21) および (22) によって表わされる。

【0166】

【数13】

$$T_e^*s = T_e^* \times \frac{P}{1 + \rho} \quad \dots\dots (21)$$

$$T_e^*r = T_e^* \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (22)$$

【0167】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとる必要がある。すなわち、座標軸 S 上には、トルク  $T_e^*s$  と大きさが同じで向きが反対のトルク  $T_{m1}$  を作用させ、座標軸 R 上には、リングギヤ軸 126 に出力するトルク  $T_r$  と同じ大きさで向きが反対のトルクとトルク  $T_e^*r$  との合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルク  $T_{m2}$  を作用させればよい。このトルク  $T_{m1}$  はモータ MG1 により、トルク  $T_{m2}$  はモータ MG2 により作用させることになるが、このとき、モータ MG1 では回転の方向と逆向きにトルクを作用させるから、モータ MG1 は発電機として動作することになり、トルク  $T_{m1}$  と回転数  $N_s$  との積で表わされる電気エネルギー  $P_{m1}$  をサンギヤ軸 125 から回生する。モータ MG2 では、回転の方向とトルク

の方向とが同じであるから、モータ MG2 は電動機として動作し、トルク  $T_{m2}$  と回転数  $N_r$  との積で表わされる電気エネルギー  $P_{m2}$  を動力としてリングギヤ軸 126 に出力する。

【0168】こうしたことから、制御 CPU190 は、ステップ S346 で、モータ MG1 のトルク指令値  $T_{m1}^*$  を、上記作用させたいトルク  $T_e^*s$  に基づいて、次式 (23) により算出して設定すると共に、ステップ S348 で、モータ MG2 のトルク指令値  $T_{m2}^*$  を、モータ駆動モード時において座標軸 R 上に作用しているトルク  $T_{m2}$  ( $=T_r^*$ ) と上記作用させたいトルク  $T_{enr}$  とに基づいて、次式 (24) により算出して設定する。

【0169】

【数14】

$$T_{m1}^* \leftarrow T_e^* \times \frac{P}{1 + \rho} \quad \dots\dots (23)$$

$$T_{m2}^* \leftarrow T_r^* - T_e^* \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots (24)$$

【0170】その後、ステップ S346 および S348 で設定した各指令値を用いてモータ MG1、モータ MG2 の各制御を行ない (ステップ S350 および S352)、さらに、エンジン 150 の制御処理を行なう (ステップ S354)。ステップ S354 では、エンジン 150 は、ステップ S313 で設定された目標回転数  $N_e^*$  およびステップ S342 で増量された目標トルク  $T_e^*$  の運転ポイントで運転されるようトルク  $T_e$  および回転数  $N_e$  が制御される。具体的には、制御 CPU190 から通信により ECU170 に指示を送信し、燃料噴射弁 151 からの燃料噴射量やスロットルバルブ 166a の開度を増減して、トルク  $T_e$  が目標トルク  $T_e^*$  で回転数  $N_e$  が目標回転数  $N_e^*$  を保つように制御される。

【0171】ステップ S354 でエンジン 150 の制御が終了すると、次いで、目標トルク  $T_e^*$  がステップ S314 で設定したワーキング目標トルク  $W_{Te}^*$  に達したか否かを判定する (ステップ S356)。ここで、目標トルク  $T_e^*$  が  $W_{Te}^*$  に達していないと判定されると、ステップ S342 に進み、目標トルク  $T_e^*$  を微小量  $\Delta T_e$  だけ増量して、ステップ S344 ないし S354 の処理を繰り返し実行する。

【0172】一方、ステップ S356 で目標トルク  $T_e^*$  がワーキング目標トルク  $W_{Te}^*$  に達したと判定された場合には、制御 CPU190 は、エンジン 150 の出力トルク  $T_e$  の目標トルク  $T_e^*$  への切り換えの作業が終了したとして、「リターン」に処理を進めて、エンジン始動制御の処理をいったん終了する。

【0173】以上のように構成されたエンジン始動制御ルーチンにより実現されるエンジン 150 の始動時の回転数  $N_e$ 、スロットルバルブ開度  $\theta$ 、駆動軸回転数  $N_r$ 、エンジン 150 の出力トルク  $T_e$ 、点火の有無、点火時期 (点火角)  $\phi$ 、燃料噴射量  $\tau$ 、エンジン 150 の出力トルク  $T_e$ 、モータ MG2 の出力トルク  $T_{m2}$  および駆動軸 112 のトルク  $T_o$  等の経時変化を図 28 に示した。

【0174】図 28 に示すように、本実施例のエンジン 150 は、モータ MG1 およびモータ MG2 によって始動開始時 (時刻  $t_0$ ) から回転駆動され、目標回転数  $N_e^*$  に短時間の内に達し (時刻  $t_1$ )、かつ、その状態で安定推移する。また、エンジン 150 の回転数  $N_e$  に呼応して、スロットルバルブ開度  $\theta$  も同様に推移することは明らかである。そして、エンジン 150 の回転数  $N_e$  が目標回転数  $N_e^*$  でエンジン 150 の出力トルク  $T_e$  が値 0 の状態にて、燃料噴射制御および点火時期制御が

実行される。

【0175】したがって、この第2実施例によれば、エンジン150の始動時において、エンジン150の出力トルク $T_e$ は値0であるから、エンジン150と機械的に接続される駆動軸112についてのトルク変動もないことから、車両ショックを抑制することができる。なお、始動直後の回転数 $N_e$ およびスロットルバルブ開度 $\theta$ の安定性は顕著であり、このような安定した回転数 $N_e$ およびスロットルバルブ開度 $\theta$ で実行される燃料噴射制御および点火時期制御は、その制御目標である制御精度が容易に確保される。従って、エンジン150の始動時におけるエミッションの排出を低減し、ハイブリッド車両の目的の一つである低公害化を実現することができる。

【0176】また、図28に示すように、エンジン150の始動後、エンジンの出力トルク $T_e$ は徐々に増大し（実際は微小量 $\Delta T_e$ ずつ増大されるが、図中には直線で増大を示した。）、それとともに、モータMG2の出力トルク $T_m2$ は徐々に減少する。このとき、エンジンの出力トルク $T_e$ とモータMG2の出力トルク $T_m2$ との両方が作用する駆動軸112のトルクは一定の値となる。したがって、エンジン始動後において、駆動源をモータMG1、MG2からエンジン150に切り換えるに際し、その前後で駆動力を滑らかにつなぐことができる。

### 【0177】3. 変形例

第1実施例および第2実施例では、リングギヤ軸126に出力された動力をリングギヤ122に結合された動力取出ギヤ128を介してモータMG1とモータMG2との間から取り出したが、図29の変形例である動力出力装置110Aに示すように、リングギヤ軸126を延出してケース119から取り出すものとしてもよい。また、図30の変形例である動力出力装置110Bに示すように、エンジン150側からプラネタリギヤ120、モータMG2、モータMG1の順になるよう配置してもよい。この場合、サンギヤ軸125Bは中空でなくともよく、リングギヤ軸126Bは中空軸とする必要がある。こうすれば、リングギヤ軸126Bに出力された動力をエンジン150とモータMG2との間から取り出すことができる。

【0178】また、図31の変形例である動力出力装置110Cに示すように、モータMG2のロータ142をクランクシャフト156に取付けるとともに、エンジン150側からモータMG2、プラネタリギヤ120、モータMG1の順になるようにモータMG1とモータMG2との配置を変更した構成としてもよい。この際の入出力する動力、即ち上述の各トルク制御における各指令値は、共線図から求めることができる。

【0179】第1実施例や第2実施例またはこれらの上記変形例（動力出力装置110A～110C）では、プ

ラネタリギヤ120のプラネタリキャリア124にクランクシャフト156を結合すると共にサンギヤ軸125にモータMG1を結合し、リングギヤ軸126を駆動軸112を有する動力伝達ギヤ111に動力取出ギヤ128を介して結合したが、プラネタリギヤ120の3軸に対し、クランクシャフト156、モータMG1、動力伝達ギヤ111を如何なる組み合わせで結合してもよい。この際の入出力する動力、即ち上述の各トルク制御における各指令値は、共線図から容易に求めることができる。

【0180】なお、上述の各実施例では、モータMG1によりリングギヤ軸126の回転数 $N_s$ を目標回転数 $N_{s*}$ に制御することによりエンジン150の回転数 $N_e$ を目標回転数 $N_{e*}$ に制御するものとしたが、モータMG1によりリングギヤ軸126の回転数 $N_s$ を目標回転数 $N_{s*}$ に制御することによりエンジン150のトルク $T_e$ を目標トルク $T_{e*}$ に制御するものとすることもできる。エンジン150のトルク $T_e$ と回転数 $N_e$ とは相対的な関連があるからである。

【0181】さらに、各実施例では、モータMG1およびモータMG2にPM形（永久磁石形；Permanent Magnet type）同期電動機を用いたが、回生動作および力行動作の双方が可能なものであれば、その他にも、VR形（可変リラクタンス形；Variable Reluctance type）同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超電導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0182】あるいは、各実施例では、第1および第2の駆動回路191、192としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、IGBT（絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ；Insulated Gate Bipolar mode Transistor）インバータや、サイリスタインバータや、電圧PWM（パルス幅変調；Pulse Width Modulation）インバータや、方形波インバータ（電圧形インバータ、電流形インバータ）や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0183】また、バッテリー194としては、Pbバッテリー、NiMHバッテリー、Liバッテリーなどを用いることができるが、バッテリー194に代えてキャパシタを用いることもできる。

### 【0184】4. 第3実施例

#### （1）ハードウェア構成

【0185】図32は本発明の第3の実施例である始動制御装置を搭載した車両の概略構成を例示する構成図、図33はその車両に搭載されるエンジンEGおよびその周辺の概略構成を示す構成図、図34は車両コントローラCCを中心とする電氣的構成を例示するブロック図である。

【0186】この車両（ハイブリッド車両）は、図示しない燃料タンクから燃料の供給を受けて駆動されるエン

ジンEGを備えており、その出力軸は連結切換装置SWに接続されている。連結切換装置SWは、発電機Gと電動機Mとに連結されており、エンジンEGの出力軸の回転運動が、連結切換装置SWにより発電機G側もしくは電動機M側に伝達される。なお、連結切換装置SWと電動機Mとの間には回転速度調整器Vが設けられる。また、電動機Mの出力軸には、ディファレンシャルギアDGが接続され、最終的な目的である車両の駆動輪AHが連結されている。

【0187】連結切換装置SWは、車両コントローラC 10 Cからの制御信号に応じて回転軸の連結方向を2位置に切り換えるものであり、連結切換装置SWを切り換えることで、エンジンEGの出力を発電機G側と電動機M側とに選択的に伝達する。回転速度調整器Vは、車両コントローラCCからの制御信号に応じて回転軸の回転数を調整可能な歯車機構である。電動機Mとしては、例えば6極の永久磁石からなるロータと3相巻線からなるステータとにより構成される直流ブラシレスモータなどが利用される。発電機Gは電動機Mと同様なものである。また、バッテリーBTとしては、鉛酸蓄電池、ニッケルカド 20 ミウム電池、ナトリウム硫黄電池、リチウム2次電池、水素2次電池、レドックス型電池などの各種2次電池、燃料電池、大容量のコンデンサなどが利用される。

【0188】かかる構成の車両では、通常、連結切換装置SWはエンジンEGの出力軸と発電機Gとを連結する位置に切り換えられており、エンジンEGの出力により発電機Gが駆動されバッテリーBTに充電がなされ、このバッテリーBTの電力を用いて電動機Mが駆動される。即ち、駆動輪AHは専ら電動機Mにより駆動され、エンジンEGは電動機Mのバッテリー充電用として用いられる。 30

【0189】なお、上記連結切換装置SWによれば、エンジンEGの出力軸と電動機Mとを連結する位置に切り換えることにより、車両の走行による駆動軸17の回転がエンジンEGの出力軸に伝達されることから、回転速度調整器Vを調節することでそのエンジンEGの出力軸の回転数を強制的に制御することができる。即ち、連結切換装置SWによりエンジンEGの出力軸と電動機Mとを連結する位置に切り換えて、エンジンEGの吸入空気量を一定にすることによりエンジンEGの出力を一定に 40 保持しておいて、回転速度調整器Vを調整することでエンジンEGの回転数を強制的に制御することができる。

【0190】図33に示すように、エンジンEGの吸気通路60には、吸入空気の取り入れ口から、エアクリーナ61、スロットルアクチュエータ62aにより開閉駆動されるスロットルバルブ62、吸入空気の脈動を抑えるサージタンク63およびエンジンEGに燃料を供給する燃料噴射弁64が設けられている。

【0191】吸気通路60を介して吸入される吸入空気は、燃料噴射弁64から噴射される燃料と混合されて、エンジンEGの燃焼室65内に吸入される。この燃料混 50

合気は、燃焼室65内で点火プラグ66によって火花点火され、エンジンEGを駆動させる。燃焼室65内で燃焼したガス（排気）は、排気通路67を介して触媒コンバータ68に導かれ、浄化された後、大気側に排出される。

【0192】点火プラグ66には、ディストリビュータ71を介してイグナイタ72からの高電圧が印加され、この印加タイミングによって点火時期が決定される。なお、ディストリビュータ71は、イグナイタ72で発生した高電圧を各気筒の点火プラグ56に分配するためのもので、このディストリビュータ71には、1回転に24発のパルス信号を出力する回転数センサ73が設けられている。

【0193】また、エンジンEGの吸気通路60には、スロットルバルブ62の設けられた吸気通路部分を迂回するようにバイパス通路75が形成されており、このバイパス通路75には、ISC V 76が設けられている。ISC V 76は、リニアソレノイドによって開弁度が制御される高速応答性に優れた弁体を備えており、この弁体の開閉の時間比に相当するデューティ比を有するデューティ信号をリニアソレノイドに出力することにより、空気流量を高精度に制御する。このようなISC V 76を用いることで、一般的に大型のDCモータから構成されるスロットルアクチュエータ52aを使用することなく、エンジンEGのアイドル時の吸入空気量を高速制御することができる。

【0194】エンジンEGには、その運転状態を検出するためのセンサとして、回転数センサ73のほか、スロットルバルブ52の開度を検出すると共にスロットルバルブ62の全閉状態を検出するアイドルスイッチ80（図34）を内蔵したスロットルポジションセンサ81、吸気通路60に配設されて吸入空気（吸気）の温度を検出する吸気温度センサ82、吸気の量を検出するエアフロメータ83、シリンダブロックに配設されて冷却水温を検出する水温センサ84、排気通路67に配設されて排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサ85、および車両の速度を検出する車速センサ86等が備えられており、これらの各種検出結果は前述した車両情報として車両コントローラCCに入力される。

【0195】図34に示すように、車両コントローラCは、マイクロコンピュータを中心とする論理演算回路として構成され、詳しくは、予め設定された制御プログラムに従ってエンジンEGを制御するための各種演算処理を実行するCPU90、CPU90で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データ等が予め格納されたROM91、同じくCPU90で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書きされるRAM92、電源オフ時においてもデータを保持可能なバックアップRAM93、上記車両情報を入力するA/Dコンバータ94および入力処理回路95、C



PU90での演算結果に応じてスロットルアクチュエータ62a、燃料噴射弁64、イグナイタ72、ISC V76等に駆動信号を出力する出力処理回路96等を備えている。なお、出力処理回路96には、上記エンジンEGに備えられるアクチュエータ以外にも、連結切換装置SW、回転速度調整器V、発電機Gおよび電動機Mにも駆動信号を出力する。

【0196】この第3実施例においては、こうして構成された車両コントローラCCによって燃料噴射弁64やイグナイタ72等が最適タイミングで最適駆動量にて駆動される、いわゆる燃料噴射制御や点火時期制御によりエンジンEGが運転される。なお、この燃料噴射制御や点火時期制御については従来と同様であり、ここでは詳細な説明を省略する。本実施例の車両では、始動後、車両コントローラCCによって、予め定められた運転条件に合致したか否かが判定され、合致したときに、エンジンの始動を開始し、その後、上記燃料噴射制御や点火時期制御の実行を開始する。

【0197】(2) エンジン始動制御  
エンジン始動制御について、次に説明する。図35は、車両コントローラCCのCPU90により実行されるエンジン始動制御ルーチンを示すフローチャートである。このエンジン始動制御ルーチンは、割り込みにて所定時間毎に繰り返し実行される。

【0198】CPU90が処理を開始すると、まず現在の車両情報の入力を行ない(ステップS400)、車両の運転状況を把握する。そして、その情報から、エンジンEGの回転数NEが「0」であり停止しているか否か(ステップS402)、エンジンEGの始動条件が成立しているか否か(ステップS404)を判断する。この実施例では、エンジンEGは専ら電動機Mの電源充電用として用いられるだけで、バッテリー充電量が低下したときに駆動されるだけであることから、上記エンジンEGの始動条件とは、バッテリー充電量の低下時、即ち、バッテリーBTの電圧が図示しない電圧計で所定電圧以下であることを判定する条件である。これ以外にも、アイドルスイッチ80がオン状態であるかなども条件とする。これらの条件が満足されなければ、本ルーチンを終了する。

【0199】一方、これらの条件が成立してエンジンの始動要求があると判定されたときには、エンジンEGの始動準備を実行する(ステップS406)。エンジンEGの始動準備とは、連結切換装置SWをエンジンEGの出力軸と電動機Mとを連結する位置に切り換えることである。連結切換装置SWにおいては、エンジンEGの出力軸と電動機Mとを連結する位置に切り換えることで、車両の走行による駆動軸17の回転をエンジンEGに伝える状態に切り換えることができる。この結果、エンジンEGの始動に必要な駆動系が確立される。なお、この駆動系においては、前述したように、回転速度調整器Vを

調整することで、エンジンEGの回転数を強制的に調節することが可能である。

【0200】ステップS406の実行を終えると次いで、ステップS400にて入力した車両情報から、エンジンEGの始動時における目標とするアイドル回転数TNEと、その目標アイドル回転数TNEを維持するのに必要な目標吸入空気量TQとを算出する(ステップS408)。詳細には、水温センサ84の検出結果に基づく暖機補正量、ヘッドランプのスイッチがオン状態とされたときに設定される電気負荷補正量などを加味し、エンジンEGがおかれている現状に最適の始動時におけるアイドル回転数TNEを求め、さらに、そのアイドル回転数TNEから目標吸入空気量TQを算出する。なお、目標吸入空気量TQを算出する際には、アイドル回転数TNEに加えて吸気温度センサ82の検出結果を用いて吸入空気量を求める構成としてもよく、この構成によれば、空気温度により変わる空気密度を考慮してより高精度の目標吸入空気量TQを求めることができる。

【0201】続いて、回転速度調整器VおよびISC V76に上記目標アイドル回転数TNEおよび目標吸入空気量TQに基づいた駆動信号を出力する(ステップS410)。詳細には、目標アイドル回転数TNEから定まる制御量の駆動信号を回転速度調整器Vに出力することで、エンジンEGを目標アイドル回転数TNEに強制的に回転駆動する。また、目標吸入空気量TQに基づく制御量の駆動信号をISC V76に出力することで、ISC V76の開度を調節してエンジンEGの吸入空気量を目標吸入空気量TQに変える。

【0202】続くステップS412では、実際のエンジンEGの回転数NEがステップS408で求めた目標アイドル回転数TNEより大きいと判定し、大きくないと判定されれば、ステップS410に戻る。また、続く、ステップS414で、所定時間の吸入空気量の変化量 $\Delta Q$ が予め定められた許容変化量 $\Delta Q_{max}$ より小さいと判定し、小さくないと判定されれば、ステップS410に戻る。一方、ステップS412で、実際の回転数NEが目標アイドル回転数TNEより大きいと判定され、ステップS414で、吸入空気量の変化量 $\Delta Q$ が許容変化量 $\Delta Q_{max}$ より小さいと判定されると、エンジンEGの回転数NEおよび吸入空気量Qが共に安定したと判断して、燃料噴射弁64やイグナイタ72に対して駆動信号を出力する噴射制御・点火時期制御を実行してエンジンEGの始動を開始し(ステップS416)、この条件下でのエンジンEGの始動が所定時間継続されるように運転条件の変化を所定時間禁止する処理(ステップS418)を行なう。その後、「リターン」に抜けてこの処理を一旦終了する。

【0203】以上のように構成されたエンジン始動制御ルーチンにより実現されるエンジンEGの始動時の回転数NEおよび吸入空気量Qの経時変化は、図22に示し

た第1実施例のタイミングチャートとほぼ同様に推移する。

【0204】図示するように、本実施例のエンジンEGは、電動機Mによって始動開始時から回転駆動され、最終目的であるアイドル回転数TNEに短時間の内に達し（時刻t1）、かつ、その状態で安定推移する。また、エンジンEGの回転数NEに呼応して、吸入空気量Qも同一特性曲線にて推移することは明らかである。そして、回転数NEがアイドル回転数TNEとなり、吸入空気量の変化量 $\Delta Q$ が許容変化量 $\Delta Q_{max}$ となる安定状態（図22の特性が定常状態に達した状態）にて、燃料噴射制御および点火時期制御が実行される。

【0205】したがって、この第3実施例によればエンジンEGの始動時における回転数NEおよび吸入空気量Qの安定性は顕著であり、このような安定した回転数NEおよび吸入空気量Qで実行される燃料噴射制御および点火時期制御は、その制御目標である制御精度が容易に確保される。従って、エンジンEGの始動時におけるエミッションの排出を低減し、ハイブリッド車両の目的の一つである低公害化を実現することができる。また、燃料噴射制御および点火時期制御の制御精度が優れていることから、エンジンEGから出力されるトルクの変動がない。この結果、エンジンEGと機械的に接続される駆動軸17についてのトルク変動もないことから、車両ショックを抑制することができる。

【0206】しかも、この第3実施例は、エンジン始動プログラムのステップS418により、エンジンEGの始動後も所定時間にわたってエンジンEGの運転条件が変更されることを禁止している。従って、エンジンEGの触媒コンバータ68が活性化されるまで上記の安定したアイドル運転が継続され、より一層の低公害化が図られる。

【0207】また、この第3実施例では、エンジンEGを専ら電動機Mの電源充電用として用いるタイプのものであることから、バッテリー充電量が低下したときに、エンジンEGは断続的に運転されることになる。このため、このタイプのハイブリッド車両では、エンジンEGの始動の機会が多い。この結果、上記低公害化の効果はより十分に発揮されることになる。

【0208】5. 変形例

【0209】上記第3実施例ではエンジンEGの吸気通路部分を迂回するようにバイパス通路75を形成し、ISCV76によりアイドル時の吸入空気量を制御しているが、スロットルアクチュエータ62aによりスロットルバルブ62を直接回転駆動してもよい。このような構成であれば、バイパス通路75等が不要となりエンジンEGの構造を簡略化できる。

【0210】上記第3実施例では、水温センサ84の検出結果に基づく暖機補正量と、ヘッドランプ等の負荷補正量から目標アイドル回転数TNEを求めていたが、こ

れ以外にも、バッテリー端子電圧値、車両の運転状態、大気状態、エンジンの各部温度条件などにより増減補正を行なってもよい。例えば、自動変速機がDレンジに投入されたときにDレンジ補正量を設定したり、エアコンディショナのスイッチがオン状態とされたときにエアコン補正量を設定したりすることができる。

【0211】上記第3実施例では、エンジンEGをモータリングする回転数を、アイドル回転数TNEとしていたが、これに換えて、駆動軸17の回転数（車速に相当する）としてもよい。この場合、回転速度調整器Vは回転速度をそのまま伝えるだけとなり、この構成によっても、エミッションの排出の低減と駆動軸17のトルク変動の防止とを両立することができる。

【0212】上記第3実施例は、エンジンから発生されるエネルギーから電動機駆動用の発電に要するエネルギーを、プラネタリギア装置により機械的に分配し、残ったエネルギーにより車軸を駆動するタイプのハイブリッド車両に適用した構成であったが、この発明の内燃機関の始動制御装置は、必ずしもこのタイプのハイブリッド車両に適用するものに限るものではなく、他のタイプのハイブリッド車両においても適用することができる。例えば、内燃機関から発生されるエネルギーから電動機駆動用の発電に要するエネルギーを電氣的に分配するタイプのハイブリッド車両に適用する構成としてもよい。この構成は、本願出願人が既に提案した特願平7-145575号、特願平7-225869号に示すものであり、内燃機関の出力軸にクラッチモータおよびアシストモータを設け、クラッチモータにより電力を回生し、この回生した電力を用いてアシストモータを駆動するものである。

【0213】さらには、この発明の内燃機関の始動制御装置は、必ずしもハイブリッド車両に適用するものに限るものではない。内燃機関だけで車軸を駆動する車両においてモータリング専用のモータを備える構成に適用することもできる。

【0214】6. その他

【0215】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論であり、さらに次のような変形も可能である。例えば、エンジンとしてガソリンエンジンを用いたが、その他に、ディーゼルエンジンや、タービンエンジンなど各種の内燃機関を用いることもできる。また、以上の各実施例では、本発明の内燃機関の始動制御装置を車両に搭載する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、船舶、航空機などの交通手段や、その他各種産業機械などに搭載することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例としての始動制御装置を構成する動力出力装置110の概略構成を示す構成図で

ある。

【図 2】図 1 の動力出力装置 110 の部分拡大図である。

【図 3】図 1 の動力出力装置 110 を組み込んだ車両の概略の構成を例示する構成図である。

【図 4】動力出力装置 110 の動作原理を説明するためのグラフである。

【図 5】プラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 6】プラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 7】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行される運転制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 8】トルク指令値  $T_r$  \* と回転数  $N_r$  とアクセルペダルポジション  $A_P$  との関係を示すマップを例示する説明図である。

【図 9】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行される運転モード判定処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 10】エンジン 150 を効率よく運転できる範囲の一例を示す説明図である。

【図 11】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行される通常運転トルク制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 12】エンジン 150 の運転ポイントと効率の関係を示すグラフである。

【図 13】エネルギー一定の曲線に沿ったエンジン 150 の運転ポイントの効率とエンジン 150 の回転数  $N_e$  との関係を示すグラフである。

【図 14】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行されるモータ MG 1 の制御の基本的な処理を例示するフローチャートである。

【図 15】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行されるモータ MG 2 の制御の基本的な処理を例示するフローチャートである。

【図 16】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行されるモータ駆動トルク制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 17】モータ駆動トルク制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 18】制御装置 180 の制御 CPU 190 により実行されるエンジン始動制御ルーチンの前半部分を例示するフローチャートである。

【図 19】そのエンジン始動制御ルーチンの後半部分を例示するフローチャートである。

【図 20】エンジン始動制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 21】エンジン始動制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 22】エンジン始動制御処理により始動されるエンジンの運転状況を示すタイミングチャートである。

【図 23】第 2 実施例におけるエンジン始動制御ルーチンの前半部分を例示するフローチャートである。

【図 24】そのエンジン始動制御ルーチンの後半部分を例示するフローチャートである。

【図 25】エンジン始動制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 26】エンジン始動制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 27】エンジン始動制御処理におけるプラネタリギヤ 120 に結合された 3 軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図 28】エンジン始動制御処理により始動されるエンジンの運転状況を示すタイミングチャートである。

【図 29】第 1 実施例の動力出力装置 110 の変形例である動力出力装置 110 A の構成の概略を例示する構成図である。

【図 30】第 1 実施例の動力出力装置 110 の変形例である動力出力装置 110 B の構成の概略を例示する構成図である。

【図 31】第 1 実施例の動力出力装置 110 の変形例である動力出力装置 110 C の構成の概略を例示する構成図である。

【図 32】この発明の第 3 の実施例である始動制御装置を搭載した車両の概略構成を例示する構成図である。

【図 33】その車両に搭載されるエンジン EG およびその周辺の概略構成を例示する構成図である。

【図 34】車両コントローラ CC を中心とする電気的構成を例示するブロック図である。

【図 35】車両コントローラ CC の CPU 90 により実行されるエンジン始動制御ルーチンを示すフローチャートである。

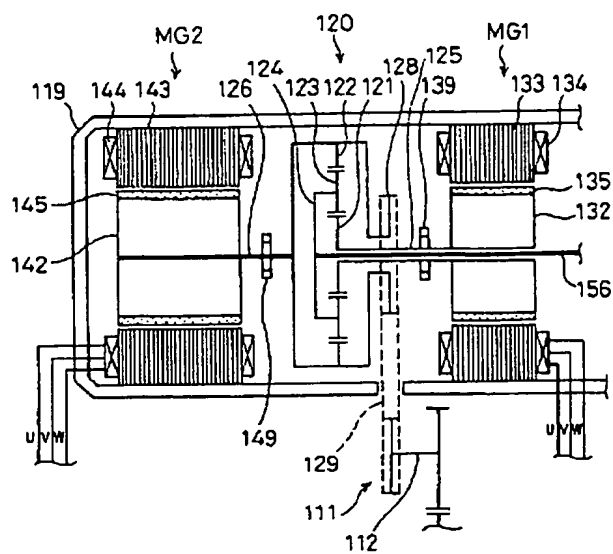
【符号の説明】

110…動力出力装置  
110 A…動力出力装置  
110 B…動力出力装置  
110 C…動力出力装置  
111…動力伝達ギヤ  
112…駆動軸  
114…ディファレンシャルギヤ  
116, 118…駆動輪  
119…ケース  
120…プラネタリギヤ  
121…サンギヤ

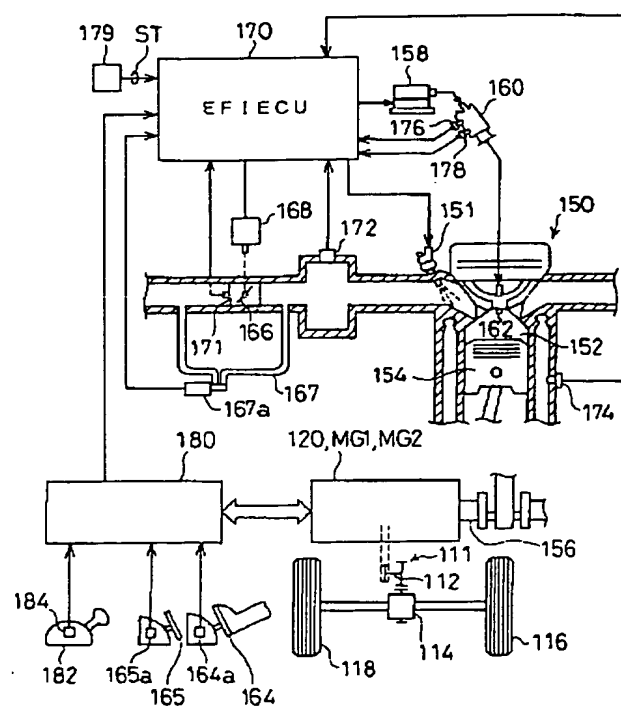
1 2 2…リングギヤ  
 1 2 3…ブラネタリビニオンギヤ  
 1 2 4…ブラネタリキャリア  
 1 2 5…サンギヤ軸  
 1 2 5 B…サンギヤ軸  
 1 2 6…リングギヤ軸  
 1 2 6 B…リングギヤ軸  
 1 2 8…動力取出ギヤ  
 1 2 9…チェーンベルト  
 1 3 2…ロータ  
 1 3 3…ステータ  
 1 3 4…三相コイル  
 1 3 5…永久磁石  
 1 3 9…レゾルバ  
 1 4 2…ロータ  
 1 4 3…ステータ  
 1 4 4…三相コイル  
 1 4 5…永久磁石  
 1 4 9…レゾルバ  
 1 5 0…エンジン  
 1 5 1…燃料噴射弁  
 1 5 2…燃焼室  
 1 5 4…ピストン  
 1 5 6…クランクシャフト  
 1 5 8…イグナイタ  
 1 6 0…ディストリビュータ  
 1 6 2…点火プラグ  
 1 6 4…アクセルペダル  
 1 6 4 a…アクセルペダルポジションセンサ  
 1 6 5…ブレーキペダル  
 1 6 5 a…ブレーキペダルポジションセンサ  
 1 6 6…スロットルバルブ  
 1 6 6 a…スロットルバルブ  
 1 6 7…バイパス通路  
 1 6 7 a…ISC V  
 1 6 8…アクチュエータ  
 1 6 8…スロットルアクチュエータ  
 1 7 0…EFIECU  
 1 7 1…スロットルバルブポジションセンサ  
 1 7 2…吸気管負圧センサ  
 1 7 4…水温センサ  
 1 7 6…回転数センサ  
 1 7 8…回転角度センサ  
 1 7 9…スタータスイッチ  
 1 8 0…制御装置  
 1 8 2…シフトレバー  
 1 8 4…シフトポジションセンサ  
 1 9 0…制御CPU  
 1 9 0 a…RAM  
 1 9 0 b…ROM

1 9 1…第1の駆動回路  
 1 9 2…第2の駆動回路  
 1 9 4…バッテリー  
 1 9 5, 1 9 6…電流検出器  
 1 9 7, 1 9 8…電流検出器  
 1 9 9…残容量検出器  
 MG 1…モータ  
 MG 2…モータ  
 1 7…駆動軸  
 10 5 2…スロットルバルブ  
 5 2 a…スロットルアクチュエータ  
 5 6…点火プラグ  
 6 0…吸気通路  
 6 1…エアクリーナ  
 6 2…スロットルバルブ  
 6 2 a…スロットルアクチュエータ  
 6 3…サージタンク  
 6 4…燃料噴射弁  
 6 5…燃焼室  
 20 6 6…点火プラグ  
 6 7…排気通路  
 6 8…触媒コンバータ  
 7 1…ディストリビュータ  
 7 2…イグナイタ  
 7 3…回転数センサ  
 7 5…バイパス通路  
 7 6…ISC V  
 8 0…アイドルスイッチ  
 8 1…スロットルポジションセンサ  
 30 8 2…吸気温センサ  
 8 3…エアフロメータ  
 8 4…水温センサ  
 8 5…酸素濃度センサ  
 8 6…車速センサ  
 9 0…CPU  
 9 1…ROM  
 9 2…RAM  
 9 3…バックアップRAM  
 9 4…A/Dコンバータ  
 40 9 5…入力処理回路  
 9 6…出力処理回路  
 AH…駆動輪  
 BT…バッテリー  
 CC…車両コントローラ  
 DG…ディファレンシャルギア  
 EG…エンジン  
 G…発電機  
 M…電動機  
 SW…連結切換装置  
 50 V…回転速度調整器

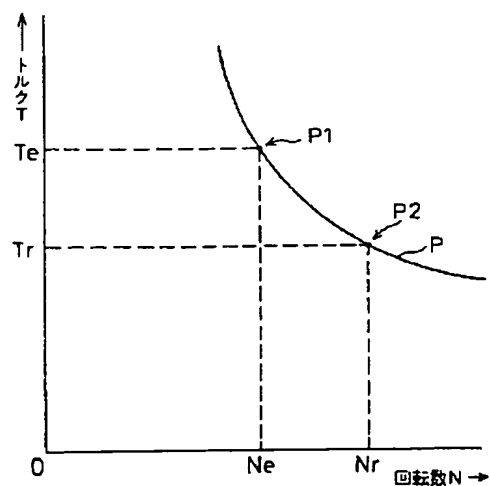
【图2】



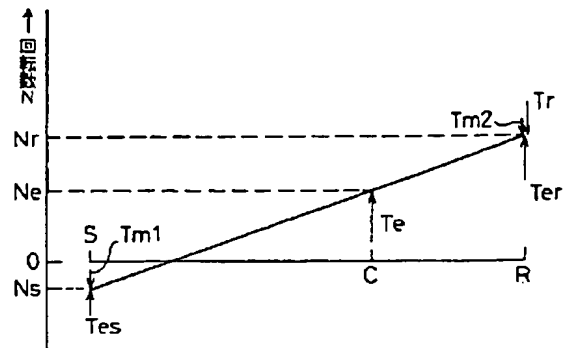
【図 3】



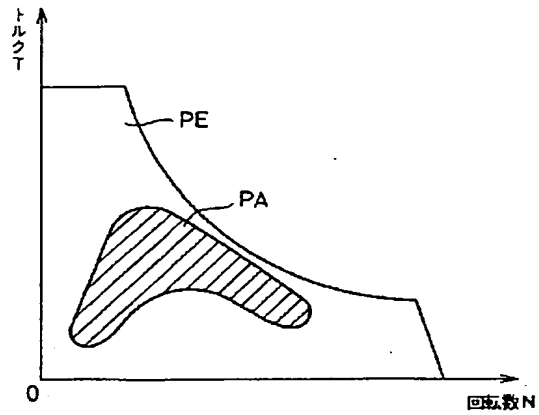
【圖 4】



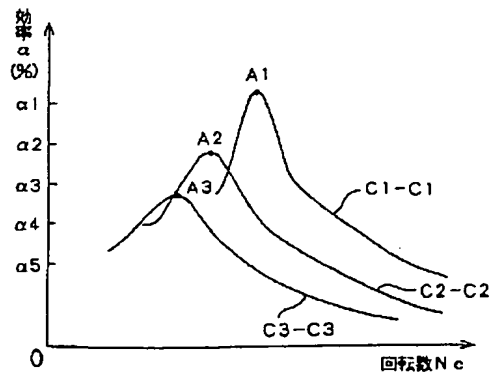
【図 6】



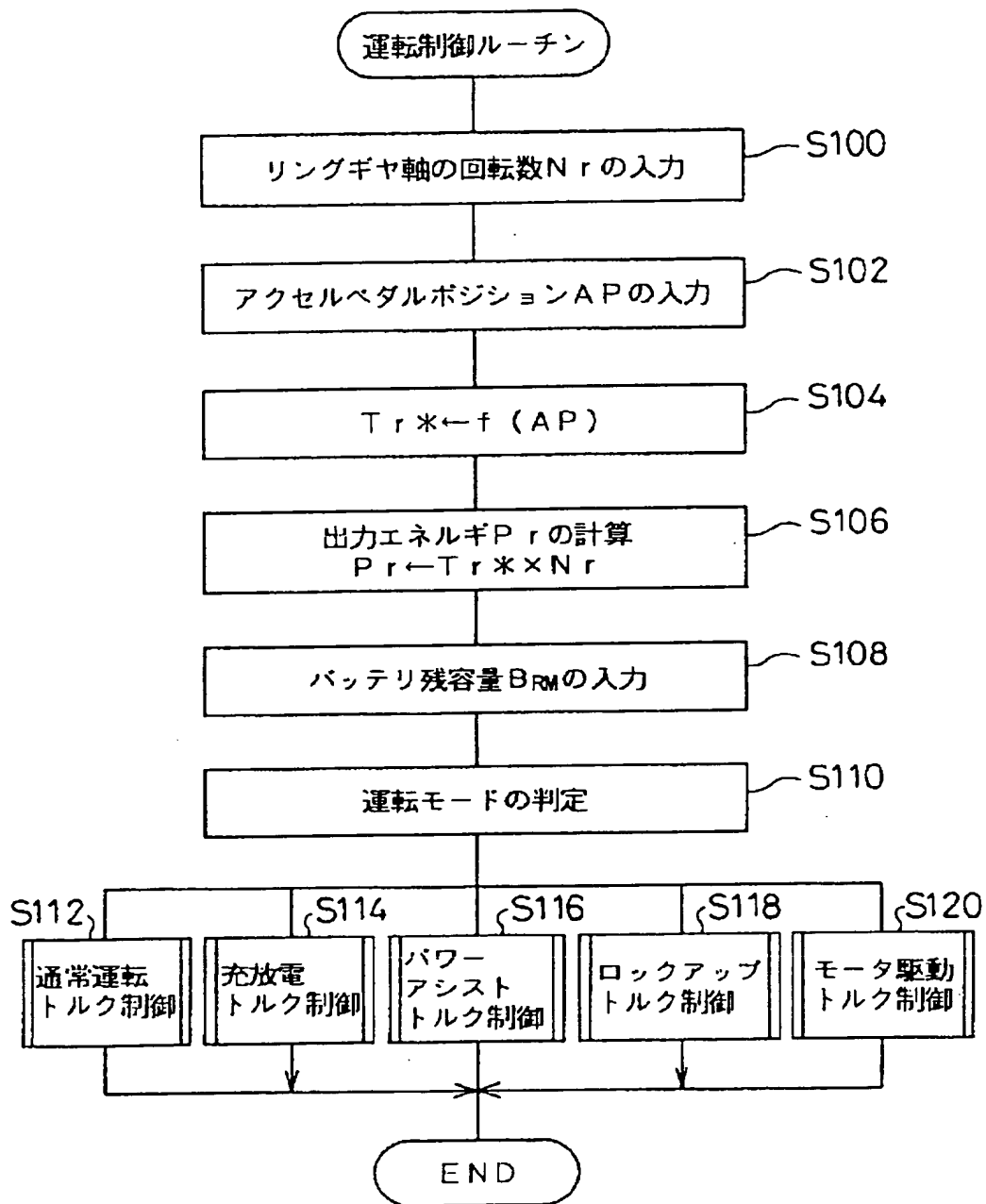
【図 10】



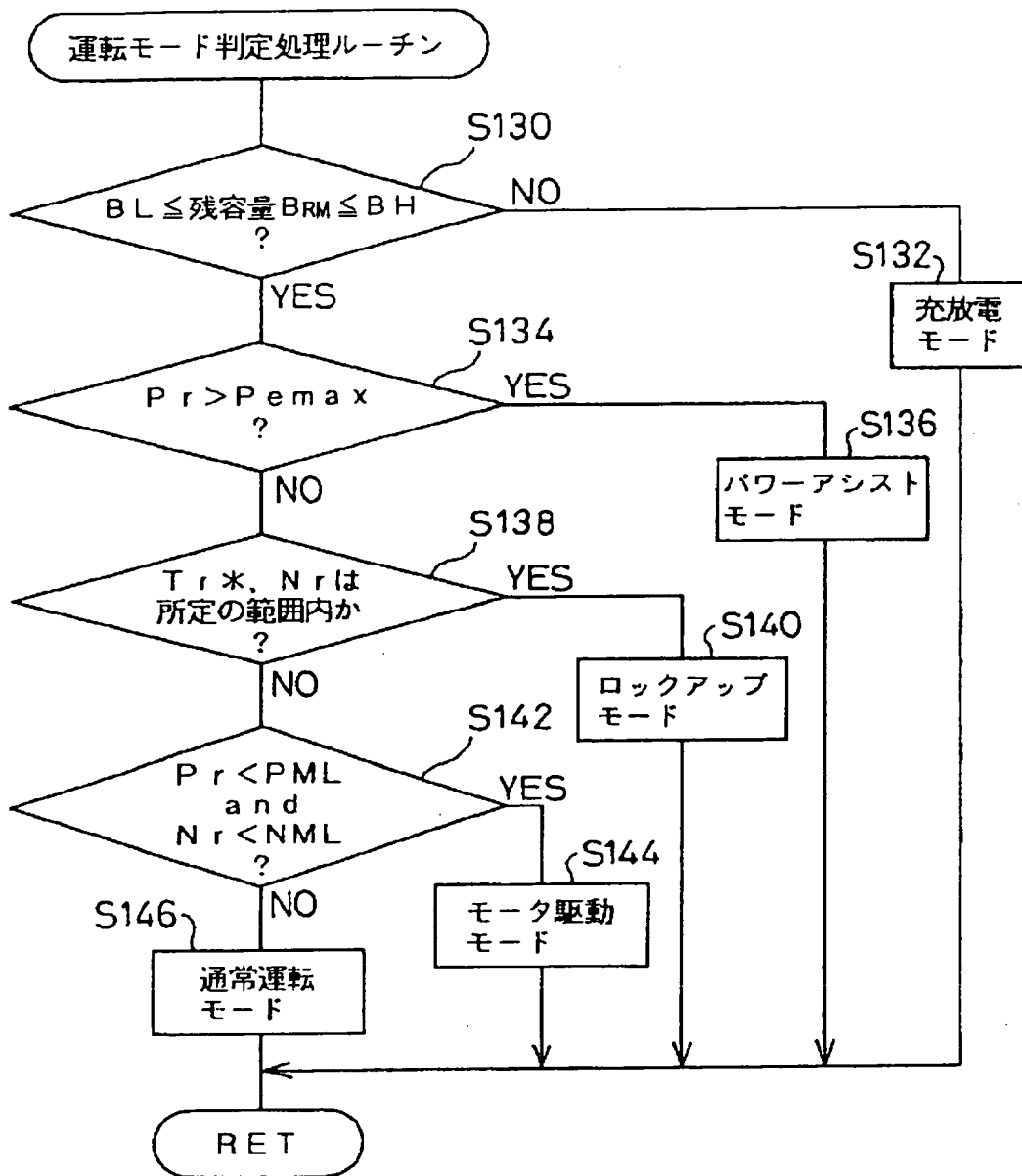
【图 12】



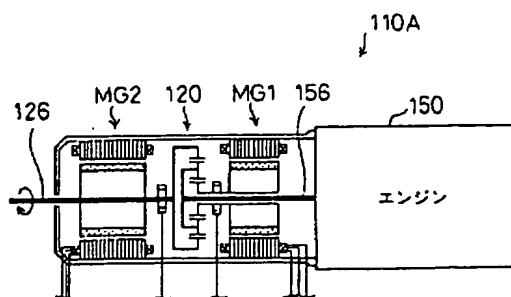
【図7】



【図9】

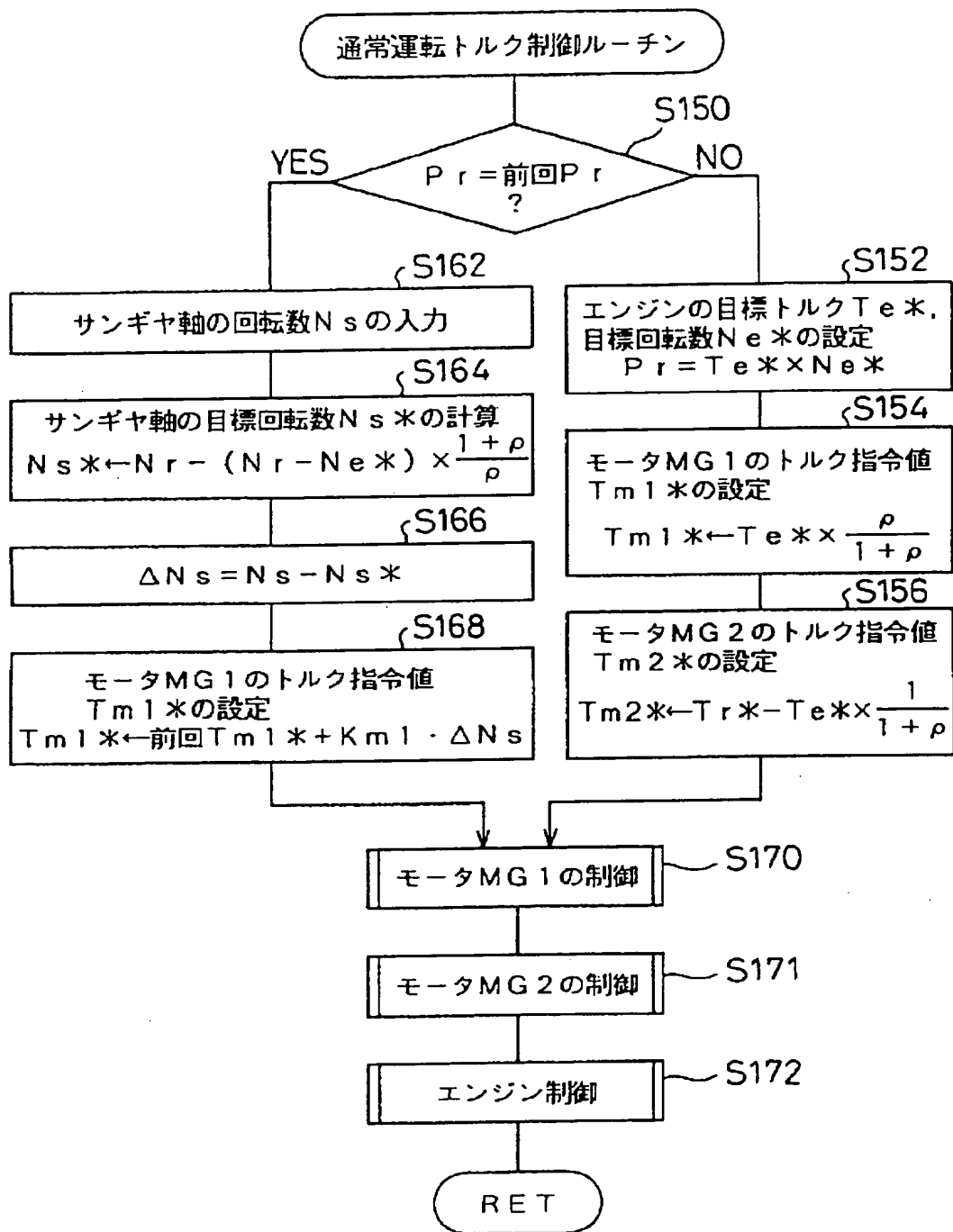


【図29】

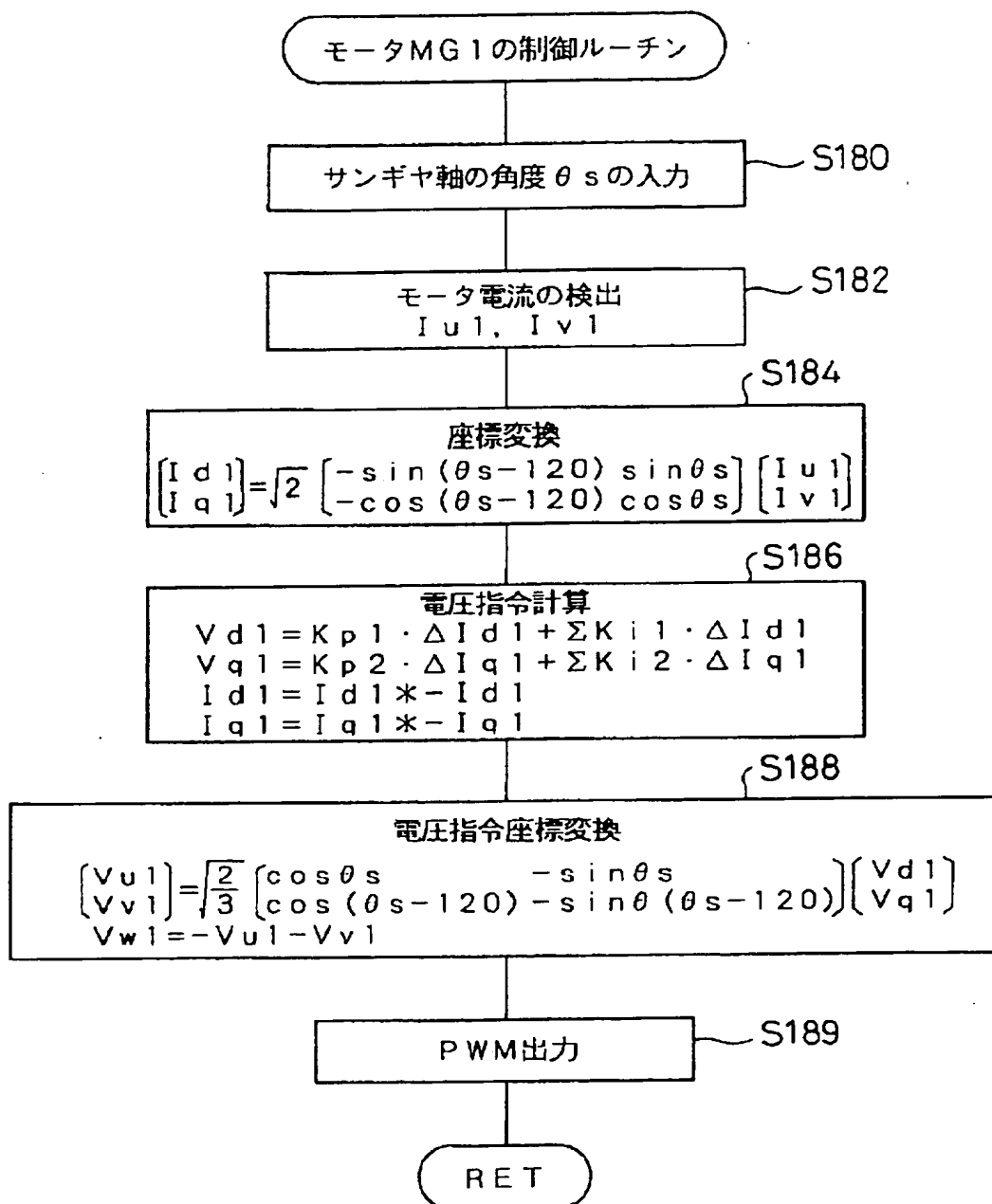




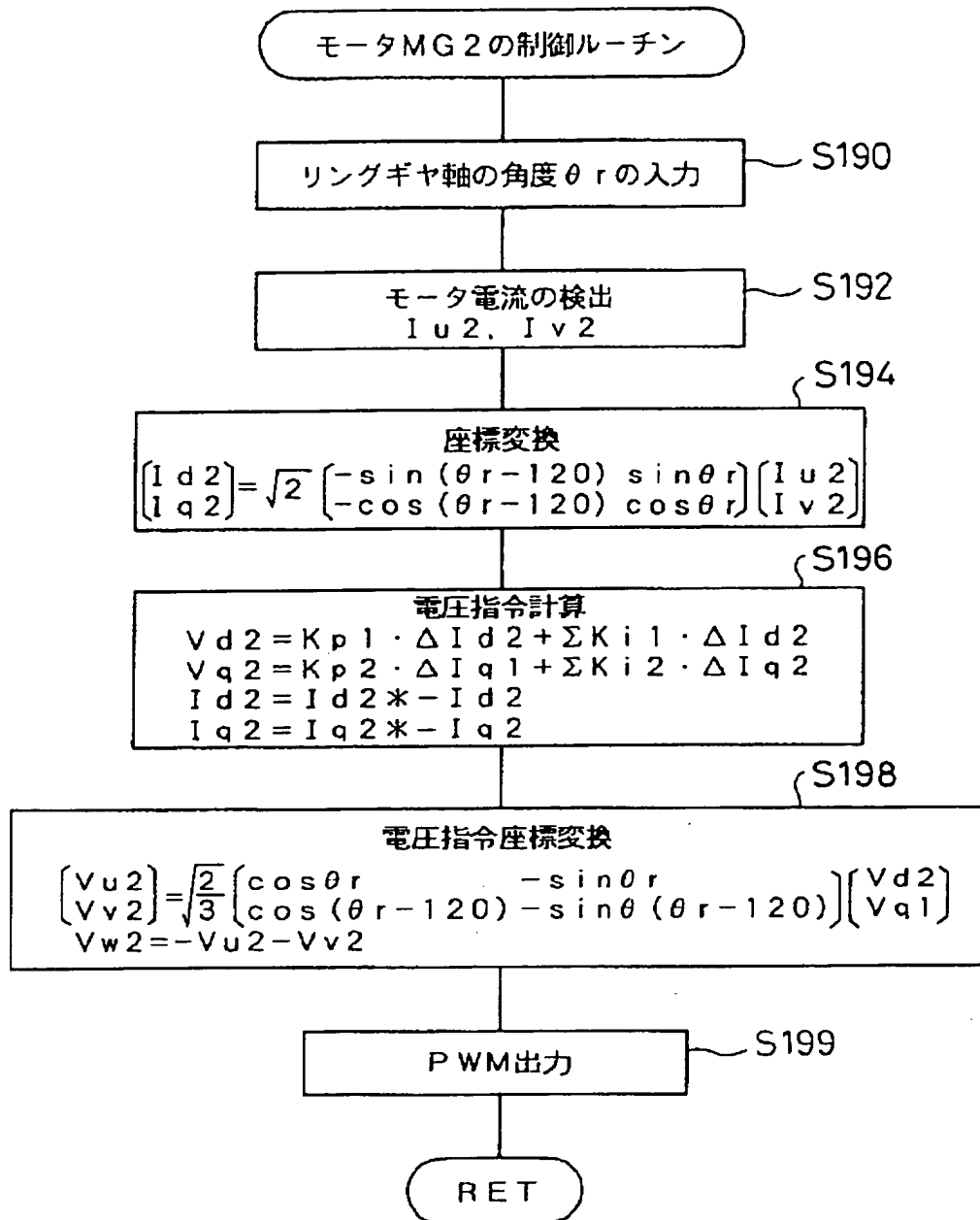
【図11】



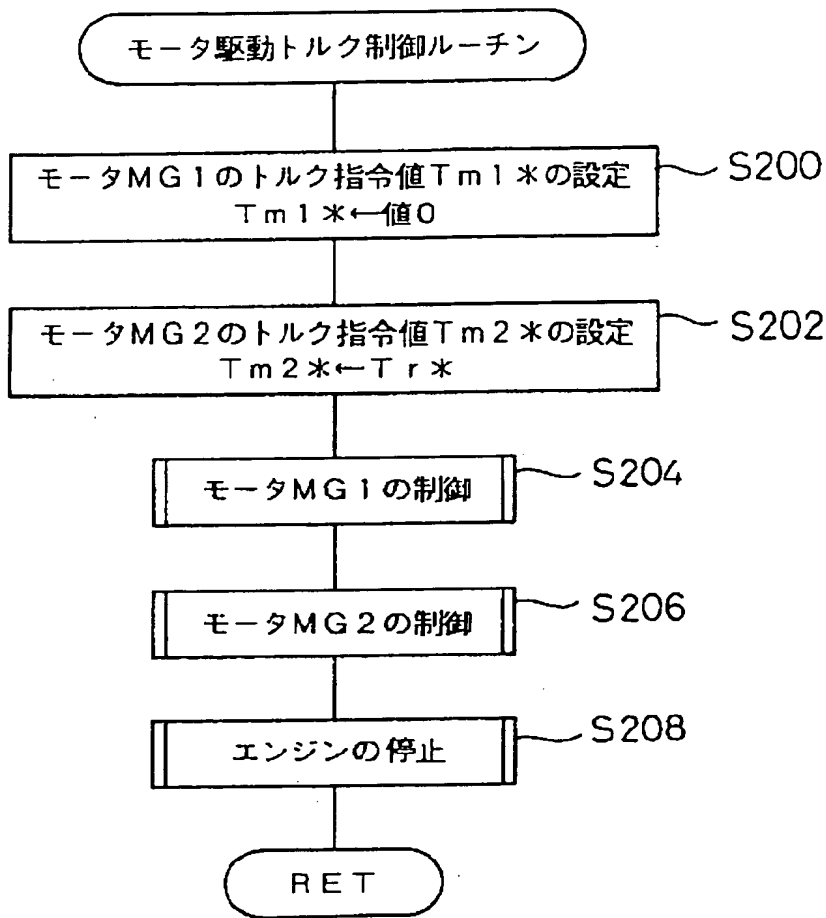
【図 14】



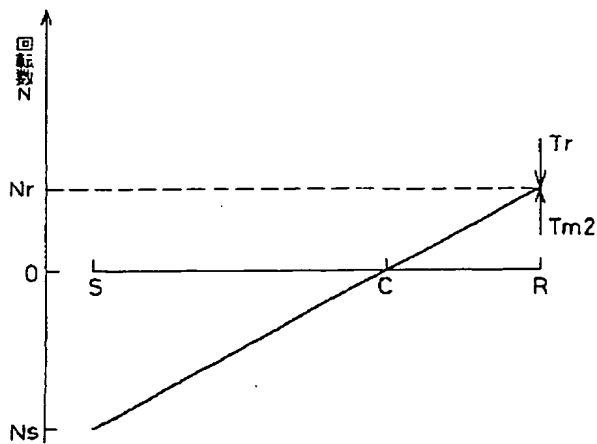
【図 15】



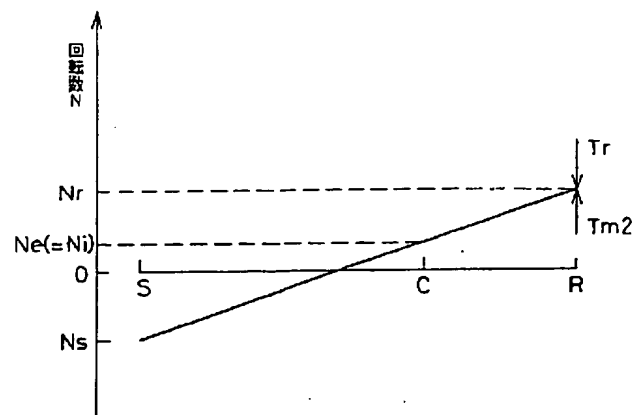
【図16】



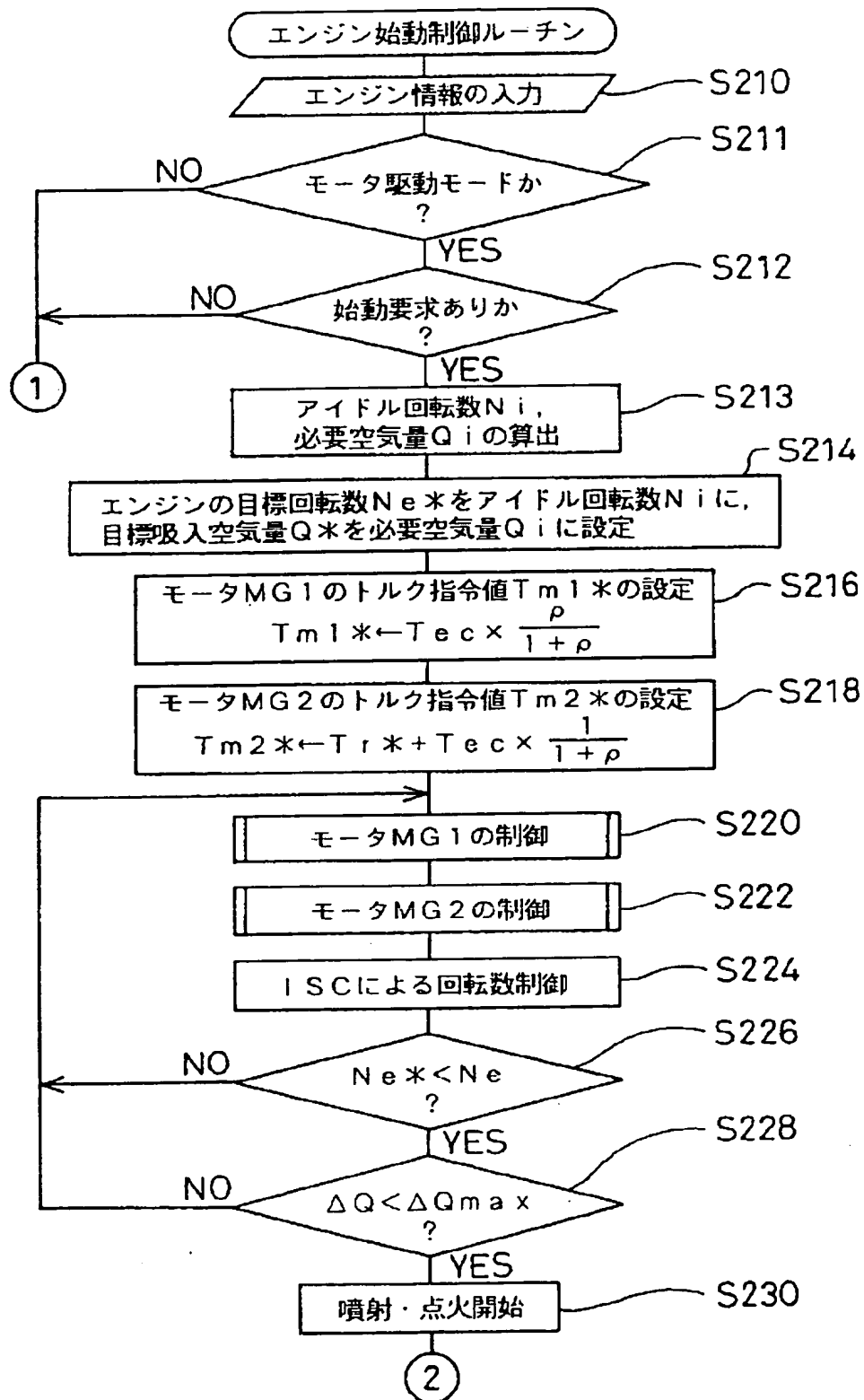
【図17】



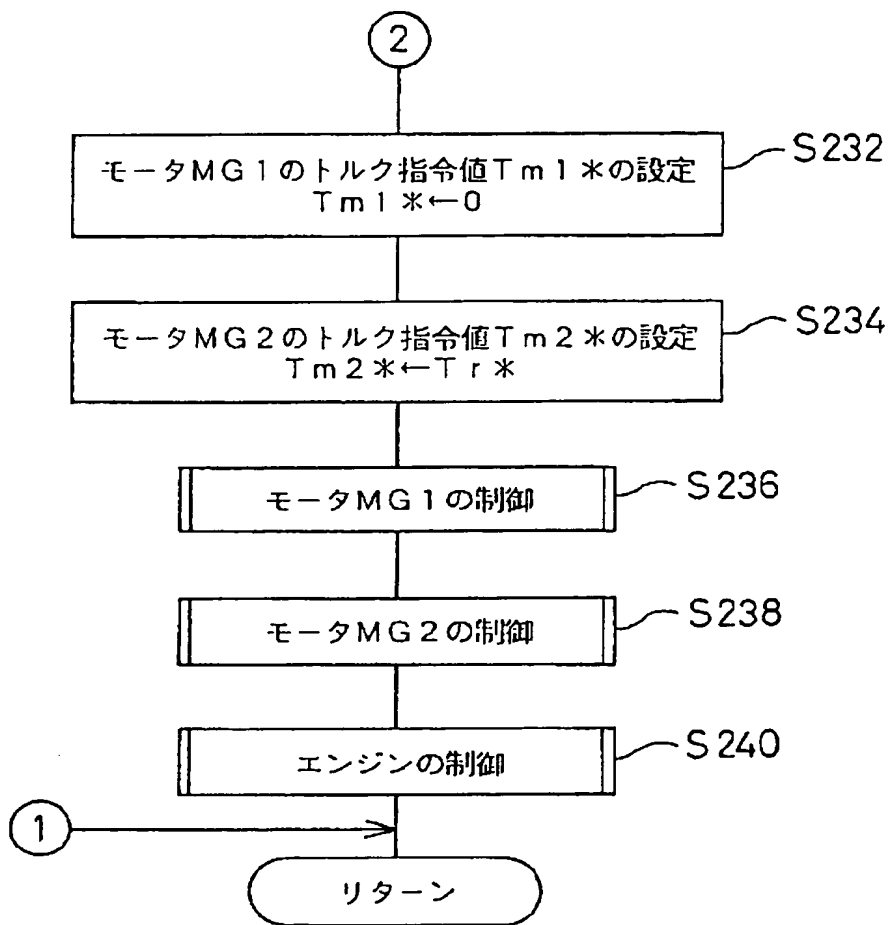
【図21】



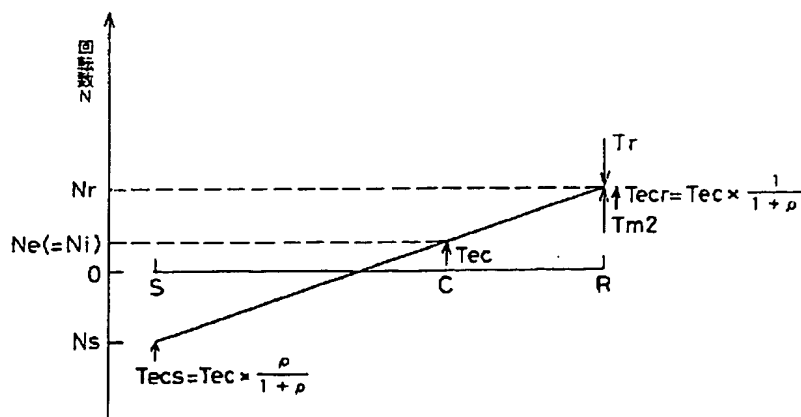
【図18】



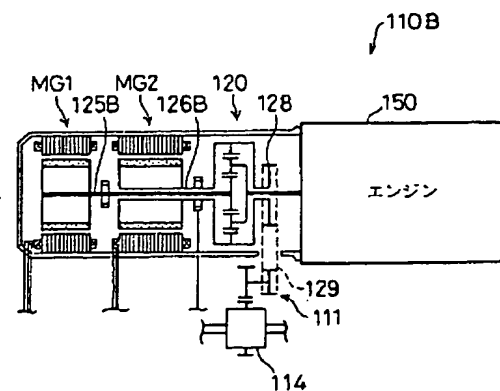
【図19】



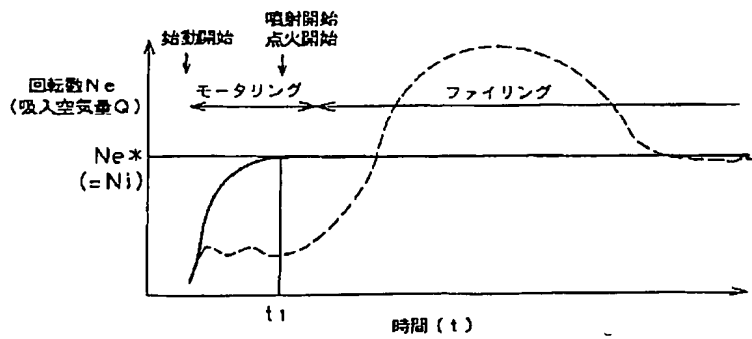
【図20】



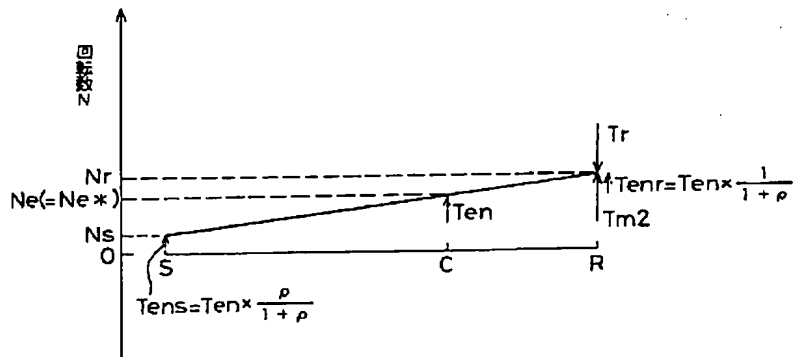
【図30】



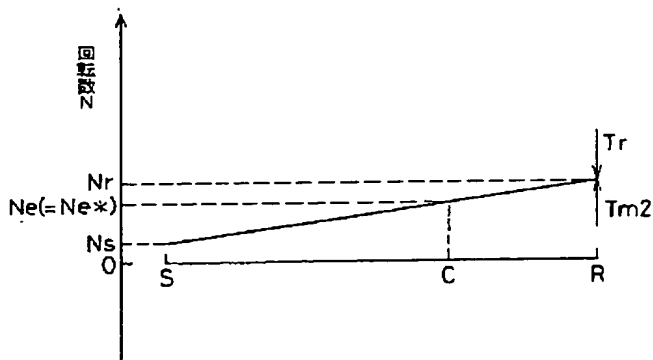
【図 2 2】



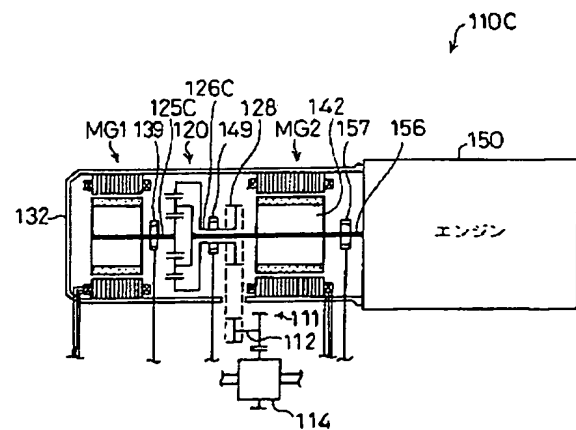
【図 2 5】



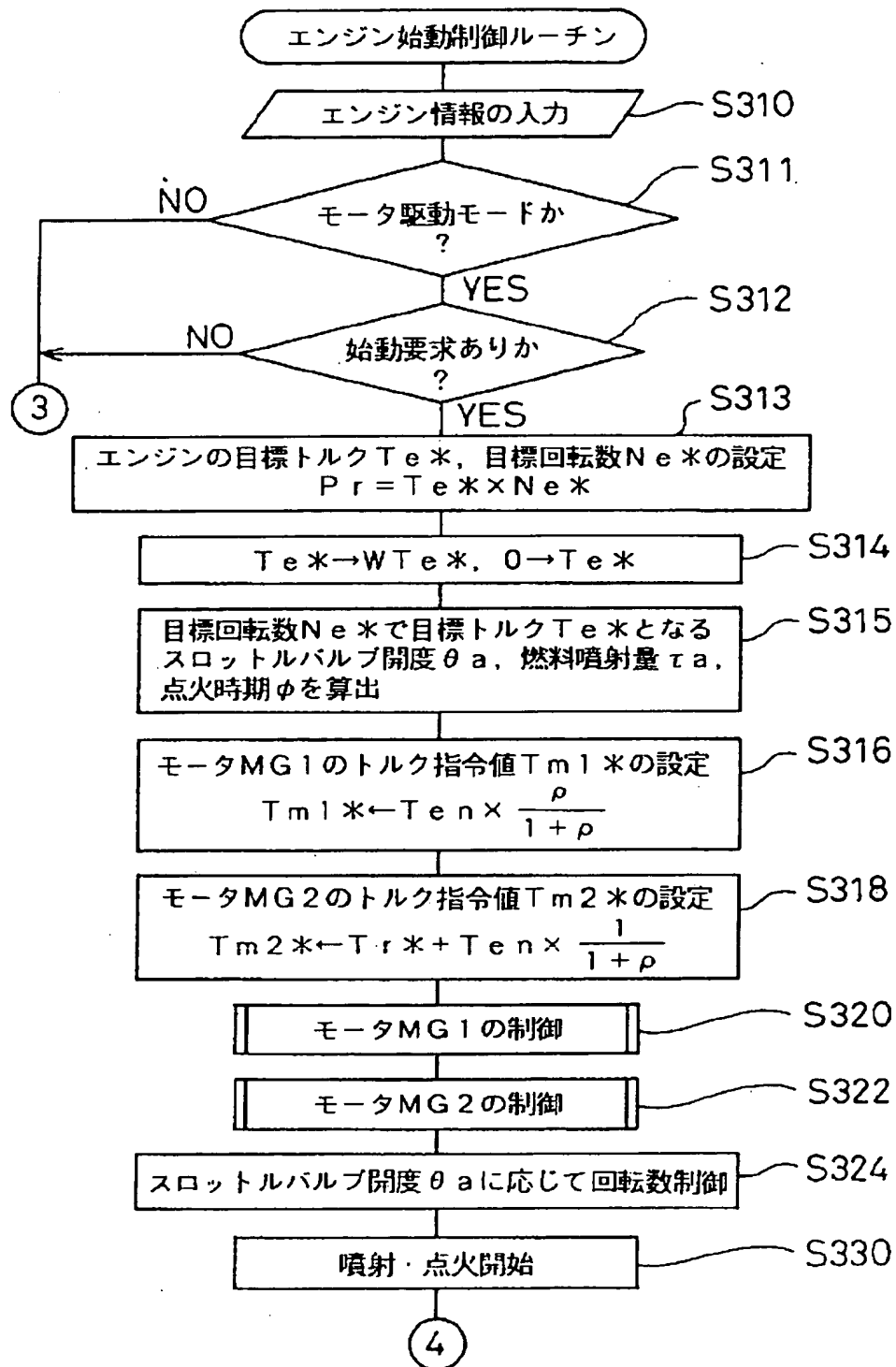
【図 2 6】



【図 3 1】

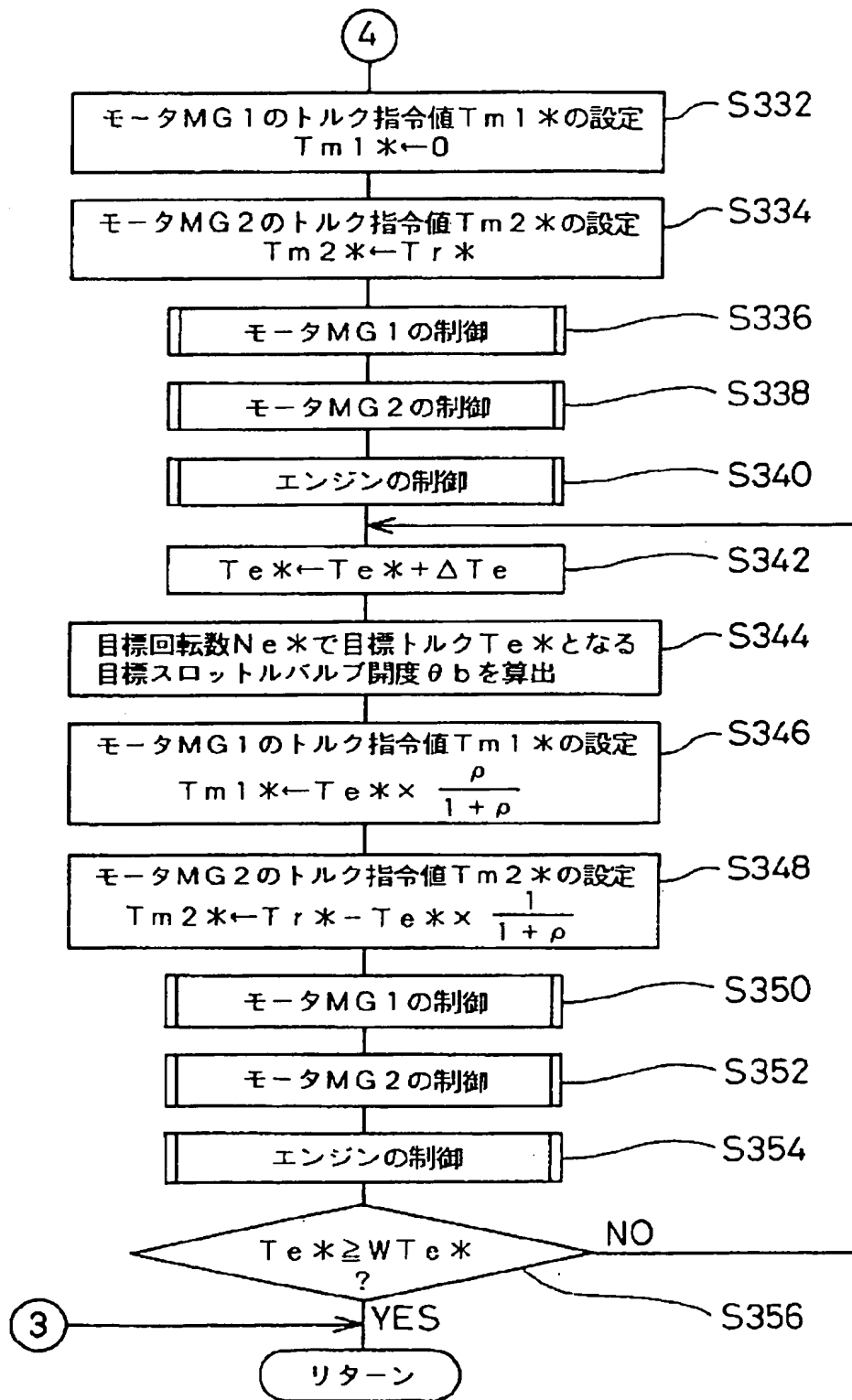


【図 2 3】

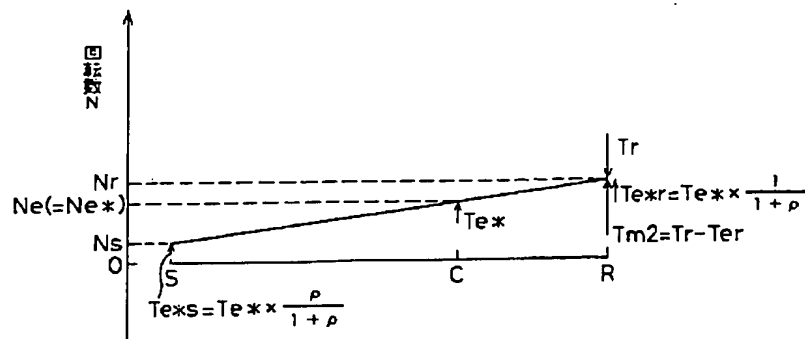




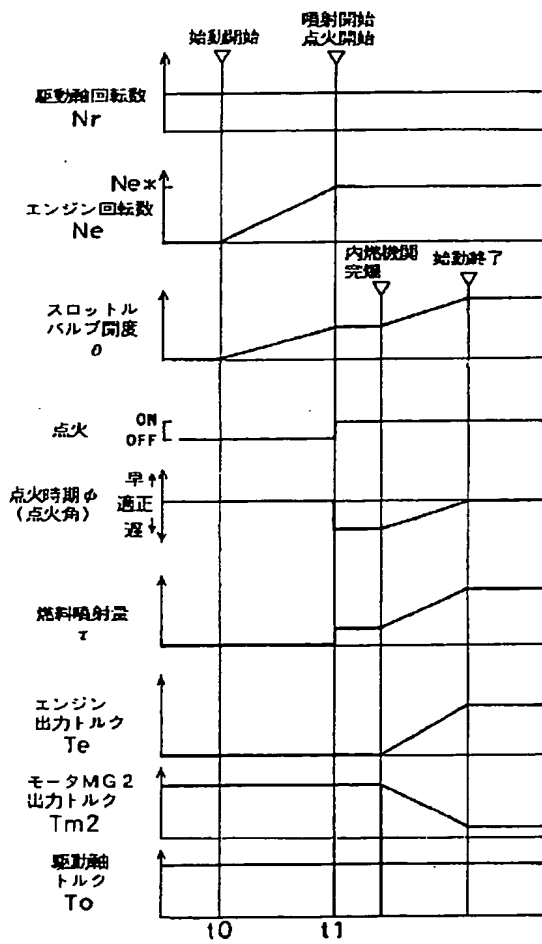
【図24】



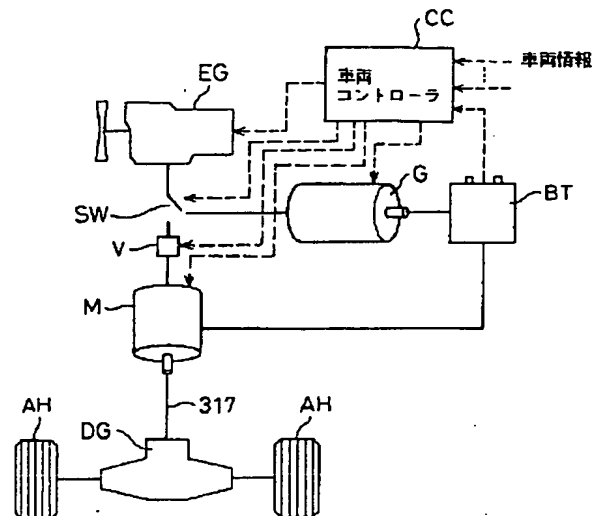
【図27】



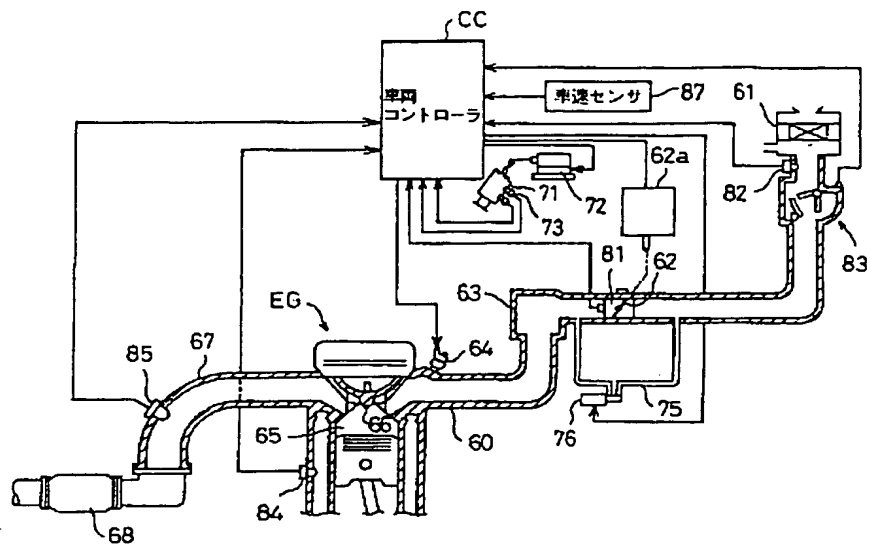
【図28】



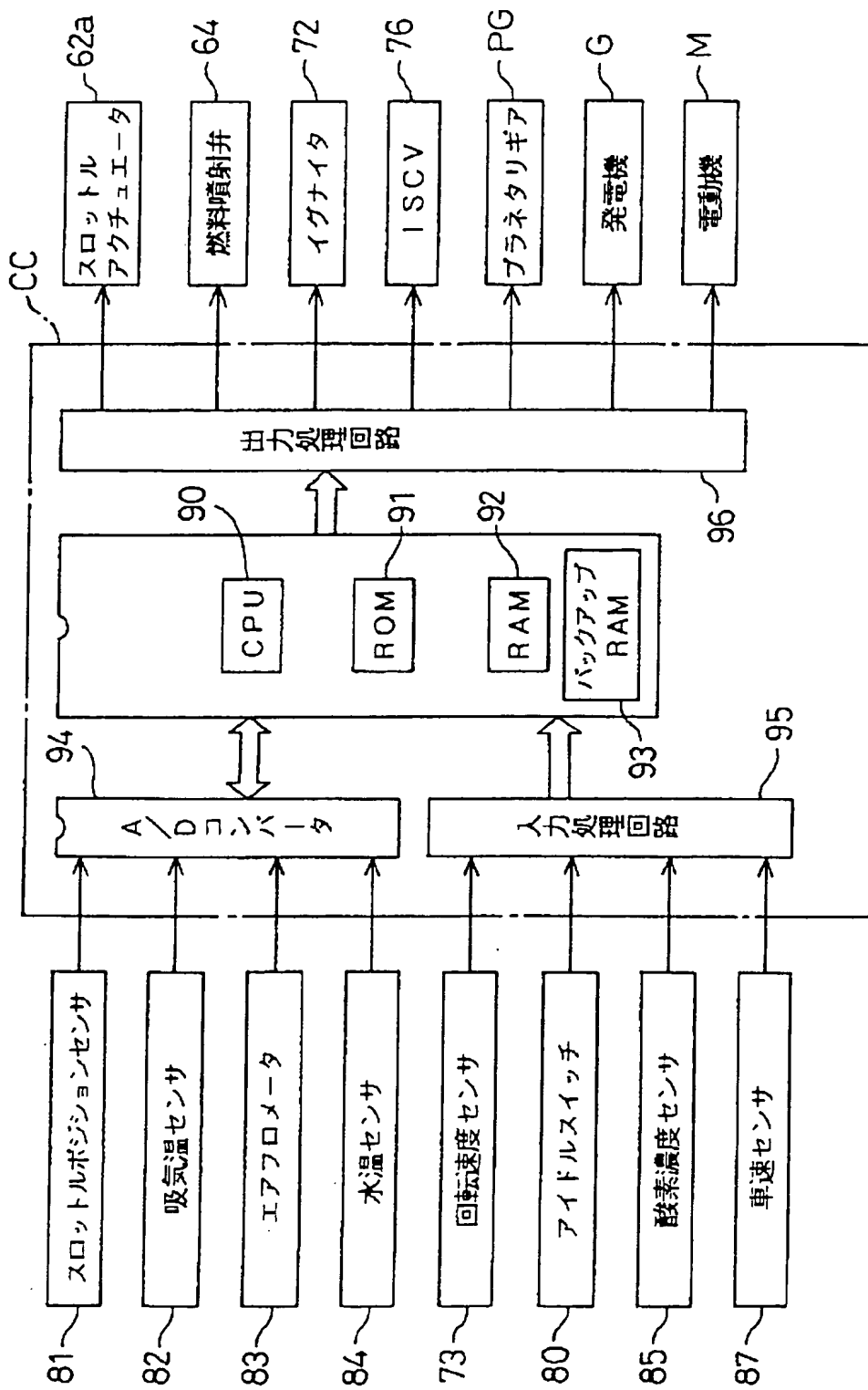
【図32】



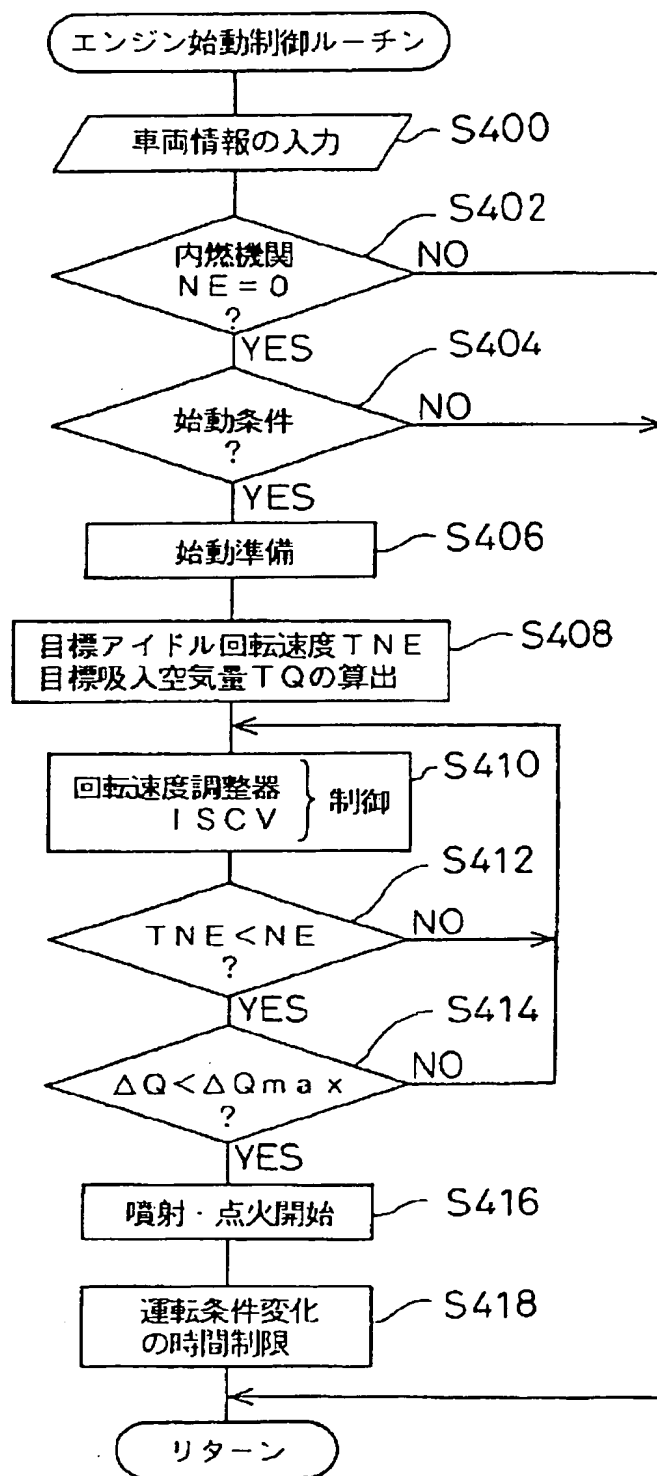
【図33】



【図 34】



【図35】



## フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F O 2 N	11/04		F O 2 N 11/04	A
F O 2 P	5/15		F O 2 P 5/15	E

(72)発明者	中江 公一	(72)発明者	広瀬 清夫
	愛知県豊田市トヨタ町1番地		愛知県豊田市トヨタ町1番地
	トヨタ自動車株式会社内		トヨタ自動車株式会社内